

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИСТОРИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра источниковедения

ЮРОВ
Сергей Владимирович

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ДОКУМЕНТАМИ

Дипломная работа

Научный руководитель:
Старший преподаватель
Попова Е.Э.

Допущена к защите
«___» _____ 2015 г.

Зав. кафедрой источниковедения
кандидат исторических наук, доцент С.Н. Ходин

Минск, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1. ИСТОРИОГРАФИЯ И ИСТОЧНИКИ	10
ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	18
ГЛАВА 3. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ...26	
3.1 Особенности автоматизированной системы управления документами как программного обеспечения	26
3.2 Построение иерархического дерева свойств для оценки качества автоматизированных систем управления документами	30
ГЛАВА 4. МЕТРИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	57
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	61

РЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ
Юров Сергей Владимирович

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ

Объем дипломной работы составляет 62 страницы. Список использованных источников и литературы расположен на 4 страницах и состоит из 41 позиций.

Ключевые слова: оценка качества АСУД, модель оценки качества, характеристики, SQuaRE.

Объект исследования: качество АСУД.

Цель исследования: разработка методики оценки качества АСУД.

Теоретико-методологической базой исследования выступают принципы научной объективности и системности. Использовались методы моделирования, анализа, синтеза.

Полученные результаты и их научная новизна. В работе рассмотрена существующая источниковая база и историография, рассмотрены основные модели оценки качества ПО, их применимость для оценки качества АСУД, выделены основные характеристики ПО и АСУД, которые необходимо использовать для оценки качества. Определены основные методы и способы измерения характеристик, построена общая модель оценки качества АСУД. Новизна данной работы заключается в отсутствии на данный момент какой-либо комплексной модели оценки качества именно для АСУД.

Область использования результатов. Исследование и полученная модель могут быть использованы всеми организациями в Республике Беларусь и странах со схожими особенностями документооборота. Комплексная методика оценки качества АСУД позволит организациям обеспечивать выбор АСУД не только на основе функциональных показателей, но и на основе множества других свойств, которые в совокупности позволят повысить производительность труда в организации и, потенциально, избежать экономических потерь за счет использования более надежного, стабильного и защищенного ПО.

РЕФЕРАТ ДЫПЛОМНАЙ ПРАЦЫ
Юраў Сяргей Уладзіміравіч

РАСПРАЦОЎКА МЕТОДЫКІ АЦЭНКІ ЯКАСЦІ
АЎТАМАТЫЗАВАННЫХ СІСТЭМ КІРАВАННЯ ДАКУМЕНТАМІ

Аб'ём дыпломнай працы складае 62 старонкі. Спіс выкарыстаных крыніц і літаратуры размешчаны на 4 старонках і складаецца з 41 пазіцый.

Ключавыя словы: ацэнка якасці АСКД, мадэль ацэнкі якасці, характарыстыкі, SQuaRE.

Аб'ект даследавання: якасць АСКД.

Мэта даследавання: распрацоўка metodyкі ацэнкі якасці АСУД.

Тэарэтыка-метадалагічнай базай даследавання выступаюць прынцыпы навуковай аб'ектыўнасці і сістэмнасці. Выкарыстоўваліся метады мадэлявання, аналізу, сінтэзу.

Атрыманыя вынікі і іх навуковая навізна. У працы разгледжана існуючая база крыніц і гістарыяграфія, разгледжаны асноўныя мадэлі ацэнкі якасці ПЗ, іх дастасавальнасць для ацэнкі якасці АСКД, вылучаныя асноўныя характарыстыкі ПЗ і АСКД, якія неабходна выкарыстоўваць для ацэнкі якасці. Вызначаны асноўныя метады і спосабы вымярэння характарыстык, пабудавана агульная мадэль ацэнкі якасці АСКД. Навізна дадзенай працы вызначаецца ў адсутнасці на дадзены момант якой-небудзь комплекснай мадэлі ацэнкі якасці менавіта для АСУД.

Вобласць выкарыстання вынікаў. Даследаванне і атрыманая мадэль могуць быць выкарыстаны ўсімі арганізацыямі ў Рэспубліцы Беларусь і краінах з падобнымі асаблівасцямі дакументазвароту. Комплексная metodyка ацэнкі якасці АСУД дасць магчымасць арганізацыям забяспечваць выбар АСУД не толькі на аснове функцыянальных паказчыкаў, але і на аснове мноства іншых уласцівасцяў, якія ў сукупнасці дадуць магчымасць павысіць прадукцыйнасць працы ў арганізацыі і, патэнцыйна, пазбегнуць эканамічных страт за кошт выкарыстання больш надзейнага, стабільнага і абароненага ПЗ.

GRADUATION WORK SUMMARY

Yurau Siarhei

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR QUALITY ASSESSMENT OF AUTOMATED DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEMS

Graduation work contains 62 pages. List of sources used and literature is on 4 pages and consists of 41 items.

Keywords: quality assessment ADMS (ECM), model quality assessment, characteristics, SQuaRE.

The object of study: the quality of the ADMS (ECM) system.

Objective: to develop a comprehensive methodology for assessing the quality of the ADMS (ECM) system.

Theoretical and methodological base of the research are the principles of scientific objectivity and systematic. Used methods of modeling, analysis, synthesis.

Results and scientific innovation. The paper considers the existing source base and historiography, the basic model of assessing the quality of software, their applicability to assess the quality ADMS (ECM) system highlighted the main features of the software and automated document management system that should be used to assess the quality. The basic methods and ways of measuring performance, built a general model of quality assessment ADMS (ECM) system. The novelty of this work is the absence at present of any integrated assessment model as the name for ADMS (ECM) system.

Using the results. Research and the resulting model can be used by all organizations in the Republic of Belarus and countries with similar features document. Complex technique of assessing the quality of automated document management system will enable organizations to ADMS (ECM) system choice not only on the basis of the functional parameters, but also on the basis of a variety of other properties that together will increase the productivity of the organization and, potentially, to avoid economic losses due to the use of more reliable, stable and secure software.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация позволяет оптимизировать различные процессы, уменьшить издержки и увеличить производительность труда. Автоматизация процессов управления, бизнес-процессов происходит, в том числе, и с использованием компьютеров. Непосредственно решением задач по автоматизации определенных процессов и задач занимается программное обеспечение (ПО; в контексте данной работы равнозначно понятию программное средство – ПС). Как известно, одну и ту же задачу на компьютере можно решить, используя различные алгоритмы, языки программирования, степень структурированности данных и самой программы, наконец, различные архитектуры программных систем и технологии их разработки. Это приводит к появлению ПО, которое решает схожие задачи, но имеющего абсолютно разную реализацию. Программы отличаются качественными показателями (объемом, сложностью, достоверностью результатов, надежностью, быстродействием и др.) и для потребителя возникает необходимость выбора программ по определенным признакам. При этом ему (потребителю) важна только способность ПО решать определенные задачи в кратчайшие сроки и с минимальным использованием ресурсов.

Это, в свою очередь, приводит к необходимости оценки и сравнения качества различных программ.

При этом необходимо помнить, что ПО является одним из видов обеспечения вычислительной системы наряду с техническим (аппаратным), математическим, информационным, лингвистическим, организационным обеспечением. Поскольку именно программное обеспечение, как правило, непосредственно реализует возможности вычислительного комплекса, решает поставленные задачи и «напрямую» взаимодействует с пользователем, то именно к нему, программному обеспечению, должны предъявляться самые жесткие требования в отношении качества.

В международных стандартах серии ISO 25 000 качество программного обеспечения определяется как совокупность характеристик ПО, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности [4]. С точки зрения данного определения необходимо оценивать качество ПО как исходя из текущих потребностей, так и с учетом масштабирования и/или изменения потребностей в будущем. Особенно это важно с учетом растущих объемов информации и возникающей необходимости работы с большими объемами данных.

Автоматизированная система управления документами (АСУД, в данной работе равнозначно понятию система электронного документооборота (СЭД)) – компьютерная программа (программное обеспечение, система), которая позволяет организовать работу с электронными документами (создание, изменение, поиск), а также взаимодействие между сотрудниками (передачу документов, выдачу заданий, отправку уведомлений и т.п.). АСУД безусловно относится к ПО, поэтому подходы к оценке качества ПО справедливы и для оценки качества АСУД, при этом важной задачей становится выделение как выделение особенностей АСУД как ПО, которые влияют на качество систем, так и использование универсальных методик оценки качества ПО.

Каждый производитель АСУД считает свою разработку оптимальной и имеющей необходимый набор функций. Проверить это сложно, поскольку полный перечень решаемых АСУД задач не оговаривается ни в одном нормативном документе. Кроме того, решающей силой при ее выборе являются или ИТ-службы, или делопроизводители, причем ни те, ни другие не в состоянии комплексно оценить проблему с позиций специалистов, находящихся на стыке проблем, равноценно владеющих как информационными технологиями, так и проблемами ДОУ (документационное обеспечение управления). Методика оценки качества АСУД, которая учитывает как функциональные, так и технические требования позволяет решить данную проблему.

Качество АСУД влияет на эффективность управления организацией, взаимодействие между организациями. В Республике Беларусь к 2016 году должен быть завершён переход государственных органов на АСУД [8]. В связи с этим, качество АСУД выходит на первый план, т.к. от качества системы зависит исполнение государственными органами их функций, а значит и функционирование всей системы государственного управления. Оценка качества АСУД позволит потребителям произвести обоснованный выбор системы из множества альтернативных объектов со схожим функциональным составом или оценить уже используемую АСУД для оценки необходимости ее модернизации или замены. С точки зрения государственного управления важна так же возможность быстрого согласования документов как в АСУД, так и при взаимодействии с другими информационными системами (далее – ИС), например, СМДО – системой межведомственного документооборота, – обмена информацией, координацией работы разных органов управления. Качество управления выходит на первый план в связи с оптимизацией государственного аппарата и кризисными проявлениями в экономике, которые влекут сокращение поступлений в бюджет и как следствие – более экономное расходование средств бюджета.

Кроме того, АСУД способна повысить производительность труда сотрудников организации, работающих с документами. А согласно Стратегии устойчивого развития Республики Беларуси до 2030 г. увеличение производительности труда является одним из ключевых критериев и первоочередной задачей для достижения желаемого уровня развития экономики.

В данной работе рассматривается оценка исключительно качества ПО как продукта, без оценки качества работ по внедрению АСУД, их экономической эффективности. При этом, подходы к качеству ПО могут служить базой для создания системы оценки качества АСУД.

Таким образом, рост производительности труда работников за счет выполнения основных делопроизводственных функций в рамках установленных пределов эффективности и надежности АСУД; а также повышение качества работы сотрудников, использующих АСУД за счет повышения удовлетворенности, эргономичности АСУД является актуальной задачей, для выполнения которой необходима оценка качества АСУД. Проблематика работы заключается в отсутствии на данный момент комплексной модели оценки качества АСУД.

Цель данной работы: разработка методики оценки качества АСУД.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить основные подходы оценки качества программного обеспечения;
2. Выявить особенности АСУД как программного обеспечения;
3. Разработать и обосновать систему критериев для оценки качества АСУД;
4. Разработать метрики оценки качества АСУД;
5. Отобрать методы измерения метрик качества АСУД.

Объектом исследования в рамках данной работы является качество АСУД, предметом – модель оценки качества АСУД.

Данная дипломная работа состоит из:

Введения, в котором сформулирована актуальность данной работы, зафиксирована основная цель и соответствующие задачи. Объем введения – четыре страницы.

В первой главе рассмотрены источники и историография по выбранной тематике. Приведен анализ развития источниковой базы, ее современное состояние на международном, межгосударственном и государственном уровне. Историография классифицирована с точки зрения полноты охвата объекта исследования, проведен анализ основных работ и степень их соответствия проблематике работы. Объем первой главы – восемь страниц.

Во второй главе рассмотрены основные модели оценки качества ПО, методы оценки качества, определена базовая модель SQuaRE, на основе которой будет сформирована модель оценки качества АСУД. Объем второй главы – восемь страниц.

Третья глава посвящена выделению особенностей АСУД как ПО, рассмотрены технические и логические особенности АСУД. Также в данной главе определяется набор характеристик качества ПО, которые будут использованы для оценки качества АСУД. Объем третьей главы – 13 страниц.

В четвертой главе на основе отобранных характеристик качества происходит разработка метрик оценки качества АСУД, которые включают в себя количественные и качественные свойства АСУД, а также способов их измерения. Объем четвертой главы – 14 страниц.

В заключении формулируются выводы по поставленным задачам и направление для дальнейших исследований.

В приложениях к работе результат проведенного исследования представлен в виде таблиц, в которых содержатся все отобранные характеристики, субхарактеристики и метрики качества, а также меры их измерения.

ГЛАВА 1. ИСТОРИОГРАФИЯ И ИСТОЧНИКИ

Проблематике оценки качества ПО посвящено большое количество источников и литературы, причем в некоторых случаях авторские работы становились основой для нормативных документов, в других случаях на основе нормативных документов создавались модели оценки качества специализированного ПО. Источники по выбранной тематике можно разделить на международные, межгосударственные и государственные стандарты Республики Беларусь.

Набор стандартов, регламентирующих различные аспекты оценки качества ПО и связанных процессов, развивают ряд международных организаций, крупнейшими из которых являются:

ISO – International Organization for Standardization, Международная организация по стандартизации;

IEC – International Electrotechnical Commission, Международная Электротехническая Комиссия;

Основным стандартом качества в области инженерии программного обеспечения долгое время являлись стандарты серии ISO/IEC 9126. Первая серия стандартов данной серии была принята в 1991 году, затем обновлена в 2001 году. Модель качества, установленная в первой части стандарта ISO 9126-1, классифицирует качество ПО в 6-ти структурных наборах характеристик, которые в свою очередь детализированы под-характеристиками (субхарактеристиками). Вторая и третья части стандарта ISO 9126-2,3 посвящены формализации соответственно внешних и внутренних метрик характеристик качества сложных ПС. В ней изложены содержание и общие рекомендации по использованию соответствующих метрик и взаимосвязей между типами метрик [2].

Четвертая часть стандарта ISO 9126-4 предназначена для покупателей, поставщиков, разработчиков, сопровождающих, пользователей и менеджеров качества ПС. В ней повторена концепция трех типов метрик, а также аннотированы рекомендуемые виды измерений характеристик ПС.

Данная серия стандартов была основой для создания моделей оценки качества, в которой впервые на международном уровне были закреплены базовые принципы оценки качества ПО. Модель покрывала качество ПО в целом, без детализации по конкретным видам ПО (в том числе и АСУД).

Серия ISO/IEC 14598 появилась в 1998-2001 годах, в ней фиксировался непосредственно процесс оценки программного обеспечения. Сама серия включала в себя 6 стандартов, посвященных руководству процессом оценки качества ПО, описанию процесса оценки качества с точки зрения разработчиков и потребителей, документированию результатов оценки.

Данная серия стандартов также не содержала специальных методов для оценки качества АСУД, предлагалась модель оценки качества ПО в целом.

Стандарты ISO/IEC 9126 и ISO/IEC 14598 в настоящее время объединены в новую серию – ISO/IEC 25000 «Требования и оценка качества программного продукта (System and Software Quality Requirements and Evaluation – SQuaRE)». Для построения модели качества АСУД необходимо рассмотреть весь комплекс стандартов SQuaRE, который включает в себя общий набор характеристик, метрик качества, методов оценки и интерпретации результатов.

Серию утвержденных стандартов SQuaRE можно разделить по тематическим блокам:

Блок стандартов серии ISO/IEC 2500n определяет требования к процессу управления качеством ПО:

ISO/IEC 25000:2014 «Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Требования к качеству систем и программного обеспечения и их оценка (SQuaRE). Руководство»

ISO/IEC 25001:2014 «Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Требования к качеству систем и программного обеспечения и их оценка (SQuaRE). Планирование и менеджмент»

Данный блок унаследовал основные положения из серии стандартов ISO/IEC 14598 и органично дополнил их современными требованиями к качеству процессов планирования и управления.

Блок стандартов серии ISO/IEC 2501n определяет модель качества ПО:

ISO/IEC 25010:2011 «Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Требования к качеству систем и программного обеспечения и их оценка (SQuaRE). Модели качества систем и программного обеспечения»

ISO/IEC 25012:2008 «Программотехника. Требования к качеству и оценка (SQuaRE) программного продукта. Модель качества данных»

Данный блок ценен, прежде всего, визуализацией общей модели оценки качества ПО и графической фиксацией взаимосвязей между элементами модели.

Блок стандартов серии ISO/IEC 2502n посвящен непосредственно измерению качества ПО:

ISO/IEC 25020:2007 «Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка качества программного продукта. Измерительная эталонная модель и руководство»

ISO/IEC 25021:2012 «Разработка систем и программ. Требования к качеству систем и программ и их оценка. Элементы показателя качества».

Данный блок содержит исчерпывающий перечень показателей, которые могут быть использованы для измерения качества ПО и способов получения этих показателей.

Блок стандартов серии ISO/IEC 2503n посвящен требованиям непосредственно к качеству ПО:

ISO/IEC 25030:2007 «Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка качества программного продукта. Требования к качеству»

Блок стандартов серии ISO/IEC 2504n посвящен процессу интерпретации (оценки) измерения качества ПО:

ISO/IEC 25040:2011 «Проектирование систем и разработка программного обеспечения. Требования к качеству систем и программного обеспечения и их оценка (SQuaRE). Процесс оценки»

ISO/IEC 25041:2012 «Разработка систем и программ. Требования и оценивание качества систем и программ. Руководство по оцениванию для разработчиков, покупателей и независимых оценщиков»

ISO/IEC 25045:2010 «Разработка систем и программного обеспечения. Требования к качеству и оценка качества систем и программного обеспечения. Модуль оценки восстанавливаемости»

Всего в настоящий момент утверждены десять стандартов серии SQuaRE, еще шесть стандартов в настоящее время находятся на разных этапах подготовки и утверждения.

На 2015 год в Республике Беларусь в области оценки качества ПО действуют следующие стандарты:

Межгосударственный стандарт ГОСТ 28806-90 «Качество программных средств. Термины и определения». Данный стандарт определяет термины и определения в области оценки качества ПС [6]. Стандарт был введен в действие Постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 17 декабря 1992 г. № 3.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 28195-99 «Оценка качества программных средств. Общие положения». Данный стандарт определяет общие положения по оценке качества программных средств: номенклатуру и применимость показателей качества по подклассам и по фазам жизненного цикла [7]. Введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 23 августа 1999г. №14. Данный стандарт ценен прежде всего классификацией способов и источников получения информации о показателях качества.

Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ ИСО/МЭК 9126-2003 «Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению». Данный стандарт введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 19

марта 2003 г. № 15. Указанный стандарт соответствовал действовавшему на тот момент международному стандарту из серии ISO 9126.

С введением в международный оборот новой серии стандартов в области качества ПО были утверждены и введены в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 14 июля 2009 г. № 35 стандарты СТБ ISO/IEC 25000-2009 «Разработка программного обеспечения: Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE): Руководство по SQuaRE» (далее – СТБ ISO/IEC 25000-2009) и СТБ ISO/IEC 25001-2009 «Разработка программного обеспечения. Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE). Планирование и управление». Данные стандарты представляют собой руководство по использованию серии международных стандартов, которые носят групповое название «Требования и оценка качества программного продукта (SQuaRE)». Стандарты содержат общий обзор содержания стандартов серии SQuaRE, общих справочных (эталонных) моделей и определений, а также связей между различными стандартами SQuaRE, что способствует пониманию соответствующих серий стандартов в зависимости от их назначения. Стандарт содержит объяснение процесса перехода между стандартами серий ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 и SQuaRE.

Стандарты ГОСТ 28806-90, ГОСТ 28195-99, СТБ ИСО/МЭК 9126-2003, ISO/IEC 25000-2009 устанавливают оценку качества ПО на основе иерархической модели качества – многоуровневой совокупности характеристик ПО. При этом, стандарты ГОСТ 28806-90, СТБ ИСО/МЭК 9126-2003 устанавливают 2 уровня иерархии – первый (характеристики) и второй (подхарактеристики), а ГОСТ 28195-99 устанавливает четырехуровневую модель оценки качества ПО.

Отдельно можно выделить источники, в которых зафиксированы требования к АСУД, как функциональные, так и нефункциональные.

Большой набор требований содержит спецификация Moreq (последняя версия Moreq2010). Первая версия европейской спецификации MoReq была разработана в 2001 г., документ получил широкое признание сообщества пользователей и разработчиков СЭД во многих странах Европы и за ее пределами как основа для использования СЭД и как руководство для развития программного обеспечения систем управления документами.

Нефункциональные требования (которые составляют большинство среди характеристик качества ПО) были частью спецификации MoReq с момента публикации первого варианта MoReq в 2001 году. Они (нефункциональные требования) определяют те качественные атрибуты системы управления документами, которые не связаны с конкретным поведением системы по выполнению определенных задач.

В Moreq отмечается, что нефункциональные требования менее окончательны и более субъективны, чем функциональные требования. Они более трудоемко определяемы в универсально применимой модели, более открыты для интерпретации, и трудно оценимы количественно [12].

Данная спецификация предназначена, прежде всего, для описания функциональных требований к АСУД, но нефункциональным требованиям посвящен целый раздел, поэтому при построении модели оценки качества АСУД необходимо использовать данный набор требований в той части, где они не противоречат требованиям к оценке качества ПО вообще.

В Республике Беларуси не принято на государственном уровне каких-либо комплексных требований к СЭД. Часть требований к функциональности СЭД содержится в Инструкции по делопроизводству в государственных органах и иных организациях, часть в Методических рекомендациях по работе с электронными документами в организациях Республики Беларусь (утверждены приказом директора Департамента по архивам и делопроизводству Министерства юстиции Республики Беларусь от 01.03.2010 № 11) [11].

В Российской Федерации требования к информационным системам электронного документооборота федеральных органов исполнительной власти (далее – Требования) установлены приказом Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 02.09.2011 № 221. В данных Требованиях установлены требования к функциональности, эффективности, защищенности СЭД.

Теоретическую базу по данному вопросу можно разделить на следующие группы: работы по качеству ПС в целом; работы по качеству отдельных видов АСУ; по качеству АСУД; по методикам и моделям качества ПО.

Вопросы качества программных средств в целом рассматриваются в работах таких авторов, как: Б.Боэм, В.В.Липаев, В.В.Бахтизин, В.Г.Домарчев, И.В.Ретинская, И.В.Антошина, В.В.Кулямин.

Барри Боэм, американский инженер-программист, книга которого «Характеристики качества программного обеспечения» была выпущена в 1978 г. и издана в СССР в 1981. Автором рассматриваются проблемы и методы оценки качества ПО сложных систем. Излагаются вопросы автоматизации процедур оценки качества программных средств, даются практические рекомендации, касающиеся методики анализа свойств ПО. Также описаны фундаментальные характеристики качества программного обеспечения, такие как надежность, функциональность и т.д. [19].

Владимир Васильевич Липаев является профессором, главным научным сотрудником Института системного программирования Российской академии наук. Основной его работой в сфере качества программного обеспечения

является монография «Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты», выпущенная в 2001 г. В данной работе автором рассмотрены основные понятия, факторы и методы анализа характеристик качества сложных программных средств (ПС). Систематически изложены сущность и содержание стандартизированных характеристик, субхарактеристик и атрибутов качества ПС [32]. Отражены свойства внутренних и внешних метрик качества, а также метрик качества программ в использовании. Показана их зависимость от ряда внешних и внутренних факторов, а также от ограниченности ресурсов при создании и применении ПС по прямому назначению.

Работы Антошиной И.В., Домрачева В.Г., Ретинской И.В. посвящены существующим методикам и подходам к оцениванию качества программных средств. Авторами предлагается классификация существующих подходов к оценке качества по природе самих показателей. Выделяется оценка по внутренним показателям качества, оценка по внешним показателям качества и смешанный подход. Также в работах данных авторов отмечены основные этапы оценки качества ПС, характерные для разных методик и подходов.

Кулямин Виктор Вячеславович является доцентом, ведущим научным сотрудником Института системного программирования Российской академии наук. В своей работе, посвященной методам верификации ПО, автор уделяет внимание характеристикам качества ПО, т.к. основной задачей верификации ПО является контроль качества программного обеспечения.

В.В.Бахтизин, доцент, кандидат технических наук, является автором работ, посвященных как качеству программных средств вообще, так и качеству специализированных – интеллектуальных систем. При оценке качества интеллектуальных систем используется модель SQuaRE. При этом, меры качества определяются для поисковых машин, как для одного из видов интеллектуальных систем. Однако автор лишь описывает теоретическую базу для создания модели оценки качества интеллектуальных систем, без построения полноценной иерархии характеристик, подхарактеристик и мер качества.

Оценке качества банковского ПО посвящены работы Л.Володько [22, 23], в которых автор выделяет основные факторы качества банковских систем. В данном случае понятие факторы равнозначно понятию характеристики качества ПО. Каждый фактор включает в себя несколько показателей. Данная модель построена на основе СТБ ИСО/МЭК 9126-2003. Для оценки показателей качества автор использует две группы экспертов, которые определяют коэффициенты значимости каждого из факторов. На основе экспертных оценок предлагается обобщенная таблица весовых коэффициентов для факторов качества, которая может быть использована при оценке банковского ПО. При

этом, непосредственно меры качества, единицы их измерения в модели отсутствуют, что позволяет говорить о незаконченности данной работы с точки зрения создания полноценной модели оценки качества ПО.

Архитектуре АСУД посвящены несколько работ В.Ипатова и В.Панова, среди которых выделяется статья «Федеративная архитектура СЭД. В чем преимущество?». В данной статье впервые предложено построение архитектуры СЭД на основе распределенного решения с использованием репликации данных в качестве механизма обмена данными между узлами системы, а также структурирования документов на основе персональных коллекций [28].

Некоторым особенностям АСУД как ПО посвящена работа А.А.Глинских «Мировой рынок систем электронного документооборота». В данной работе сделана попытка выделить и описать логические компоненты СЭД, рассмотрены основные функциональные и нефункциональные особенности СЭД [25].

Вопросам выбора СЭД посвящено коллективное издание «Системы электронного документооборота: анализ и выбор», выпущенное ассоциацией Гильдия управляющих документацией в 2010. Данное издание построено на анализе соответствия СЭД требованиям Европейской спецификации MoReq2 («Типовые требования к управлению электронными официальными документами»). К сожалению, данная работа не получила широкого распространения как методика для выбора и оценки качества АСУД.

Также, при оценке качества АСУД можно воспользоваться различными материалами организаций – производителей АСУД, которые предлагают свои методики оценки различных показателей, например, производительности.

В данной работе использовались следующие методы исследования: моделирование, анализ, синтез, аналогия.

Метод моделирования используется для построения модели среды, в которой функционирует АСУД.

Аналогия используется при отборе характеристик, субхарактеристик качества АСУД и выражается в использовании при разработке методики показателей, применяемых для оценки качества других АСУ.

Анализ применяется при исследовании и отборе характеристик, путем выделения субхарактеристик качества АСУД, а затем при разложении субхарактеристик на определенные метрики качества.

Синтез применяется при объединении разносторонних измеряемых показателей АСУД в метрики качества.

Таким образом, на международном уровне в виде стандартов закреплена модель оценки качества ПО SQuaRE, которая включает в себя различные стороны качества ПО и набор характеристик, которые в достаточной степени

покрывают качество программ; и описывает процесс оценки качества ПО. Модель SQuaRe закреплена также в государственном стандарте Республики Беларусь, однако, вместе с новой серией стандартов в Беларуси продолжает действовать и старая серия стандартов, посвященных оценке качества ПО. Такое промежуточное состояние, вкупе с действием межгосударственного стандарта, первая версия которого была принята еще в СССР, свидетельствует о медлительности при принятии современных международных стандартов и отсутствии единого подхода к оценке качества ПО на государственном уровне.

Теоретическую базу по вопросу оценки качества ПО можно разделить на следующие группы: работы по качеству ПС в целом; работы по качеству отдельных видов АСУ; по качеству АСУД; по методикам и моделям качества ПО. Работы по оценке качества ПО в целом посвящены универсальным характеристикам, подхарактеристикам качества, методам оценки и интерпретации результатов. В работах по оценке качества отдельных видов АСУ можно выделить следующие общие черты: незавершенность (отсутствие полноценных моделей оценки качества, которые можно применять на практике), использование модели SQuaRE как основы для построения моделей. Вопрос комплексной оценки качества АСУД вообще не рассмотрен на данный момент, при этом имеются работы, посвященные особенностям АСУД как ПО, отдельным характеристикам качества.

ГЛАВА 2. МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Первые модели оценки качества ПО стали появляться в последней четверти XX века. Модели качества, которые имеются в настоящее время, в большинстве случаев являются иерархическими моделями на основе критериев качества и связанных с ними показателей (метрик) [4], [5], [7]. Все модели качества могут быть разделены на три категории в соответствии с методами, на основе которых они были созданы. К первому виду можно отнести теоретические модели, основанные на гипотезе отношений между переменными качества. Ко второму виду относятся модели «управления данными», основанные на статистическом анализе. И наконец, комбинированная модель, в которой интуиция исследователя используется для определения нужного вида модели, а анализ данных используется для определения констант модели качества.

Первая модель качества была предложена МакКолом [27, с.456]. Предложенная модель была в основном предназначена для определения полной характеристики качества программного продукта через его различные характеристики. Модель качества МакКола имеет три главных направления для определения и оценки качества ПО:

- использование (корректность, надежность, эффективность, целостность, практичность);
- модификация (тестируемость, гибкость, сопровождаемость – факторы качества важные для разработки новой версии программного обеспечения);
- переносимость (мобильность, возможность многократного использования, функциональная совместимость – факторы качества важные для переносимости программного продукта на другие аппаратные и программные платформы).

Второй из основополагающих моделей качества является модель качества Боэма [19]. В сущности, модель Боэма пытается качественно определить качество программного обеспечения заданным набором показателей и метрик. Модель качества Боэма представляет характеристики программного обеспечения в более крупном масштабе и более детализированно, чем модель МакКола. Модель Боэма похожа на модель качества МакКола тем, что она также является иерархической моделью качества, структурированную вокруг высокоуровневых, промежуточных и примитивных характеристик, каждая из которых вносит свой вклад в уровень качества программного обеспечения.

В этой модели практичность описывает, как легко, надежно и эффективно программный продукт может быть использован, сопровождаемость характеризует насколько легко изменить и повторно протестировать

программный продукт, и мобильность описывает, как программный продукт может использоваться, даже при изменении программных и аппаратных средств.

Модель качества FURPS (название составлено по первым буквам категорий требований к качеству ПО), предложенная Грейди и Hewlett Packard, построена схожим образом с моделями МакКола и Боэма, но в отличие от них состоит из двух слоев, первый определяет характеристики, а второй связанные с ними атрибуты [26, с.458]. Основной концепцией, лежащей в основе FURPS модели качества, является декомпозиция характеристик программного обеспечения на две категории требований, а именно, функциональные (F) и нефункциональные (URPS) требования.

Акроним FURPS, используемый в обозначении модели, обозначает следующие категории требований к качеству ПО:

Functionality (Функциональность) /особенности, возможности, безопасность/;

Usability (Практичность) /человеческий фактор, эргономичность, пользовательская документация/;

Reliability (Надежность) /частота отказов, восстановление информации, прогнозируемость/;

Performance (Производительность) /время отклика, пропускная способность, точность, доступность, использование ресурсов/;

Supportability (Эксплуатационная пригодность) /тестируемость, расширяемость, адаптируемость, сопровождаемость, совместимость, конфигурируемость, обслуживаемость, требования к установке, локализуемость/.

Символ «+» расширяет FURPS модель, добавляя к ней:

1) ограничения проекта (ограничения по ресурсам, требования к языкам и средствам разработки, требования к аппаратному обеспечению);

2) интерфейс (ограничения накладываемые на взаимодействие с внешними системами);

3) требования к выполнению,

4) физические требования,

5) требования к лицензированию.

Наиболее актуальной в настоящее время моделью оценки качества ПО является модель SQuaRE, закреплённая в серии международных стандартов ISO 25000 [2] и в государственном стандарте Республики Беларусь СТБ ISO 25000:2009 [4].

В SQuaRE качество ПО обеспечивается совокупностью качества отдельных свойств. Особенности, объективно присущие программе, которые проявляются в рамках ее жизненного цикла (разработки, применения,

сопровождения) являются ее свойствами. Каждому свойству соответствует одна или несколько характеристик ПО. Характеристика программы отражает проявление отдельного измеримого фактора присущего программе свойства. Другими словами, характеристика – это проявляемый и измеримый атрибут свойства [19, с.12].

С точки зрения данной модели можно классифицировать существующие подходы к оценке качества ПС по природе показателей качества как оценку по внутренним показателям качества, оценку по внешним показателям качества и смешанный подход [13, с.22].

К оценке качества по внутренним показателям качества ПС относятся подходы, основанные на оценке ряда технологических показателей программы (таких, как сложность программы, вычислительная избыточность, структурная целесообразность и т.д.) К оценке качества по внешним показателям относятся подходы, основанные на оценке различного рода показателей, непосредственно наблюдаемых при испытаниях ПС. К смешанным подходам относятся оценка качества ПС, основанную на оценке значений как внешних, так и внутренних показателей качества [13, с.23].

Общим недостатком оценки качества по внутренним показателям ПС является то, что хотя эти показатели, несомненно, влияют на внешние наблюдаемые показатели программы, но точные зависимости между ними, как правило, не известны или чрезвычайно сложны. Пользователей в большей степени интересуют именно внешние показатели. Например, если ПС позволяет быстро и точно выполнить требуемую функцию, то пользователю безразлично, с помощью какого алгоритма она реализована, и насколько виртуозно написан фрагмент текста программы.

Модель SQuaRE предлагает учитывать три разных точки зрения при рассмотрении качества ПО: точку зрения разработчиков, которые воспринимают внутреннее качество ПО, точку зрения руководства и аттестации ПО на соответствие сформулированным к нему требованиям, в ходе которой определяется внешнее качество ПО, и точку зрения пользователей, ощущающих качество ПО при использовании [4].

Кроме того, SQuaRE определяет две модели качества ПО:

- качество в использовании;
- качество продукта.

Процесс формирования требований к качеству завершается определением подходящих внешних метрик, устанавливающих количественные и качественные критерии, которые подтверждают, что разрабатываемая система удовлетворяет потребностям заказчика и пользователя, и их приемлемых диапазонов значений. Далее определяются и специфицируются внутренние атрибуты системы, чтобы спланировать удовлетворение требуемых внешних

характеристик качества в конечном продукте и обеспечить их в промежуточных продуктах в ходе разработки.

Метрики качества в использовании определяют степень удовлетворения продуктом потребностей конкретных пользователей в достижении заданных целей. При этом учитываются: результативность, подразумевающая точность и полноту достижения определенных целей пользователями при применении системы; продуктивность, соответствующую соотношению израсходованных ресурсов и результативности при ее эксплуатации; удовлетворенность - психологическое отношение к качеству используемой системы. Метрики качества в использовании не входят в число восьми базовых характеристик ПО, регламентируемых стандартами серии SQuaRE, однако они рекомендуются для интегральной оценки результатов функционирования комплексов программ [36, с.31].

Метрики качества в использовании должны подтверждать качество системы для определенных сценариев и задач. Данные метрики являются оптимальными для определения качества системы пользователем.

Связь метрик внутреннего, внешнего и качества в использовании представлена на Рисунке 1 [41].

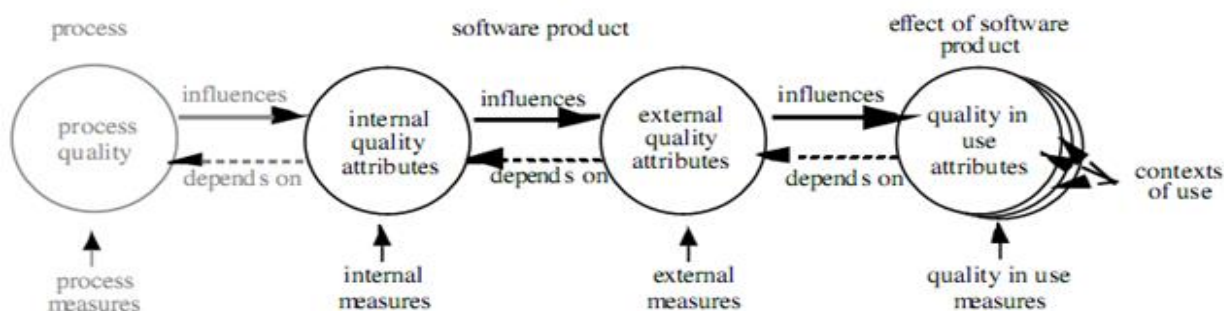


Рисунок 1 – Влияние и зависимости метрик качества

Модель качества продукта декомпозирует свойства ПО по восьми характеристикам: функциональная пригодность, производительность, совместимость, удобство использования, надежность, защищенность, сопровождаемость, мобильность [4].

Модель качества в использовании определяет 5 характеристик качества, связанных с взаимодействием пользователя с системой: продуктивность, эффективность, способность к удовлетворению, отсутствие риска, покрытие контекста (Рисунок 2) [17].



Рисунок 2 – Модель качества в использовании

Среди потребителей, которым необходим выбор и установление показателей качества программных средств, выделяются пользователи или подразделения предприятий-пользователей, предпочитающие оценивать качество и пригодность системы, используя реализуемый набор функций и обобщенные метрики качества, важные при использовании; внутренние метрики качества для них являются второстепенными.

Среди важнейших показателей качества, которые необходимо установить и формализовать в исходных данных, чаще всего являются функциональные возможности для соответствующей сферы применения системы [30, с.43]. Эта характеристика и ее субхарактеристики, с учетом особенностей потребителей, доминируют в последующем выборе показателей для определения качества АСУД для конкретного потребителя.

Анализируя используемые источники [7] и работы по оценке качества ПО таких авторов, как: Антошина И.В., Домрачева В.Г., Ретинская И.В. [14], Бураков В.В. [20], Жарко Е.Ф. [26] можно выделить основные этапы процедуры оценки качества.

1. Составление системы характеристик качества АСУД. Как правило, эта система имеет вид иерархической структуры. Система критериев качества будет внешние характеристики АСУД. Критерии могут носить как количественный, так и качественный характер.

2. Определение значений относительных весовых коэффициентов характеристик качества с привлечением мнений экспертов.

3. Оценка значений единичных показателей качества по абсолютной шкале. Информация об их значениях может быть получена по результатам испытаний АСУД, экспертного или социологического опроса. Наиболее предпочтительным является первый источник, но в случае, если оценка критериев этим методом невозможна, или чрезмерно трудоемка, то привлекается экспертная информация.

4. Нормирование значений единичных показателей качества. В различных методиках используются разные функции приведения.

Согласно ГОСТ 28195-99, оценка качества ПС представляет собой совокупность операций, включающих выбор номенклатуры показателей качества оцениваемого ПС, определение значений этих показателей и сравнение их с базовыми значениями.

В ГОСТ 28195-99 закреплены основные методы определения показателей качества ПС:

- по способам получения информации о ПС – измерительный, регистрационный, органолептический, расчетный;
- по источникам получения информации – традиционный, экспертный, социологический.

Оценка качества ПС проводится на фазах жизненного цикла и включает выбор номенклатуры показателей, их оценку и сопоставление значений показателей, полученных в результате сравнения с базовыми значениями. Необходимо отметить, что основные методы определения показателей качества и сам процесс оценки качества ПО в стандарте ГОСТ 28195-99 не противоречит модели SQuaRE.

Также, можно отметить косвенное сходство подхода к оценке качества ПО на разных этапах жизненного цикла с подходом по выделению внешнего, внутреннего и качества в использовании.

Показатели качества объединены в систему из четырех уровней. Каждый вышестоящий уровень содержит в качестве составляющих показатели нижестоящих уровней. Допускается вводить дополнительные показатели на каждом из уровней [7].

Для обеспечения возможности получения интегральной оценки по группам показателей качества используют факторы качества (1-й уровень): надежность ПС, сопровождаемость, удобство применения, эффективность, универсальность (гибкость) и корректность.

Каждому фактору качества соответствует определенный набор критериев качества (комплексные показатели – 2-й уровень): устойчивость функционирования, работоспособность, структурность, простота конструкции, наглядность, повторяемость, легкость освоения, доступность эксплуатационных программных документов, удобство эксплуатации и обслуживания, уровень автоматизации, временная эффективность, ресурсоемкость, гибкость, мобильность, модифицируемость, полнота реализации, согласованность, логическая корректность, проверенность.

Критерии качества определяют одной или несколькими метриками (3-й уровень). Если критерий качества определяется одной метрикой, то уровень метрики опускается.

Метрики состояются из оценочных элементов (единичных показателей – 4-й уровень), определяющих заданное в метрике свойство. Число оценочных элементов, входящих в метрику не ограничено.

Выбор оценочных элементов в метрике зависит от функционального назначения оценочного элемента и определяется с учетом данных, полученных при проведении испытаний различных видов, а также по результатам эксплуатации ПС.

Для накопления информации об оценочных элементах стандарт рекомендует формировать справочник оценочных элементов на основе ранее полученных данных о качестве аналогичных ПС [7]. Данный подход в чем-то схож с бенчмаркингом (процесс сравнения продуктов, услуг или процессов одной организации с продуктами, услугами или процессами другой организации), но для АСУД малоприменим из-за динамичного характера ПО (новые версии могут появляться несколько раз в год) и, как следствие, устаревания такого справочного аппарата.

В целом, модель оценки качества ПО по ГОСТ 28195-99 практически не отличается по содержанию от модели оценки качества SQuaRE. Обе модели имеют иерархический характер, когда один элемент верхнего уровня включает в себя несколько элементов более низкого уровня. Основные характеристики качества ПО (надежность, эффективность, удобство применения) есть в обеих моделях. К преимуществам модели SQuaRE можно отнести: выделение разных точек зрения на внутреннее, внешнее и качество и использование; большой набор базовых характеристик оценки качества ПО, наличие конкретных указаний по способу оценки той или иной метрики.

Таким образом, первые модели оценки качества ПО появились еще в 80-х годах XX века. В дальнейшем, в рамках эволюционного развития (путем дополнения первых моделей новыми характеристиками, метриками качества, методами оценки без коренного изменения содержания модели) была создана универсальная комплексная иерархическая модель оценки качества ПО, которая была закреплена на международном уровне в стандартах ISO. В настоящее время актуальной серией международных стандартов, посвященных оценке качества ПО, является серия ISO 25000, в которой закреплена модель SQuaRE.

В SQuaRE закреплены общие модели, термины и определения, требования и руководство для поддерживающей функции, которая отвечает за управление описанием и оценкой требований к программным продуктам, детальную качественную модель, включая характеристики для внутреннего и внешнего качества программного продукта, а также качества в использовании. Кроме того, характеристики внутреннего и внешнего качества разбиваются на подхарактеристики, а подхарактеристики на метрики. Также предоставляется

практическое руководство по использованию модели качества; эталонную модель измерения качества программного продукта и т.д.

Данная модель выделяет две модели качества ПО: качество в использовании; качество продукта. Качество продукта оценивается по внутренним и внешним показателям. Внутренние показатели используются разработчиками систем, а внешние – пользователями и др.

В модели SQuaRE определен универсальный для любого класса ПС набор из шести факторов качества. Они с минимальным перекрытием описывают качество ПС. Основными этапами создания модели качества ПО в общем виде являются: выделение характеристик, определение весовых коэффициентов, измерение и оценка значений показателей. Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что модель SQuaRE является универсальной, комплексной и достаточной для построения модели оценки качества любого ПО. Поэтому на основе данной модели, закрепленной как на международном, так и на государственном уровне, задающей минимальный набор характеристик качества, будет создаваться система оценки качества АСУД. К тому же, как показал анализ теоретической базы, именно модель SQuaRE используется как основа для создания моделей оценки качества специализированных АСУ.

ГЛАВА 3. ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ

3.1 Особенности автоматизированной системы управления документами как программного обеспечения

Для создания модели оценки качества АСУД необходимо выделить специфические черты АСУД, как вида ПО, которые влияют на качество и которые необходимо оценить при измерении качества.

АСУД являются вспомогательными системами, не создающими какого-либо продукта, ценности для организации. Сама АСУД при обязательной реализации базовых потребностей управления должна оптимально подстраиваться под конкретную организацию в части способов реализации управленческих функций. Например, А.А.Глинских выделяют следующие особенности АСУД как ПО [25]:

1) Открытость – многие АСУД построены по модульному принципу (здесь не рассматриваются web-ориентированные или облачные АСУД). В качестве АСУД, которые построены по модульному принципу можно привести, например, Directum, Е1 Евфрат. Это позволяет добавлять к АСУД новые функции или совершенствовать уже имеющиеся. Возможность относительно простого добавления к АСУД множества модулей от третьих фирм значительно расширяет их функциональные возможности. Например, для АСУД могут быть разработаны модули ввода документов со сканера с автоматическим распознаванием текста, с программами пересылки факсов и др.

2) Высокая степень интеграции с прикладным ПО – одной из основных возможностей АСУД является высокая степень их интеграции с различными программными приложениями (например, MS Word, MS Excel, OpenOffice). А непосредственно при работе с документами вообще нет необходимости пользоваться утилитами АСУД. Пользователи имеют дело только с обычными прикладными программами: в момент инсталляции клиентской части АСУД прикладные программы дополняются новыми функциями и элементами меню. Например, пользователь текстового процессора MS Word, открывая файл, сразу видит интеграционное меню АСУД. При сохранении документ автоматически размещается в базе данных АСУД. То же относится и к другим офисным и специализированным программам.

3) Особенности хранения документов – АСУД работают, преимущественно, на базе распределенных архитектур и используют

разнообразные комбинации технологий сбора, индексирования, хранения, поиска и просмотра электронных документов (например, Дело, Directum, Канцлер). При этом в АСУД может быть реализована как иерархическая система хранения документов (по принципу "шкаф/полка/папка"), так и линейная, где сами документы хранятся без иерархии. В иерархической системе каждый документ помещается в папку, которая, в свою очередь, находится на полке и т. д. Количество уровней вложения при хранении документов не ограничено. Один и тот же документ может входить в состав нескольких папок и полок за счет применения механизма ссылок (исходный документ в этом случае остается неизменным и хранится на месте, определенном администратором). В ряде АСУД (например, OpenText) реализованы возможности хранения за счет организации связей между документами (эти связи можно устанавливать и редактировать в графическом виде).

4) Любому документу в АСУД присущ определенный набор атрибутов (например, его название, автор документа, время его создания и др.). Набор атрибутов может меняться от одного типа документа к другому (в пределах одного типа документов он сохраняется неизменным). В АСУД атрибуты документа хранятся, как правило, в реляционной базе данных [28]. Для каждого типа документов с помощью визуальных средств создается шаблон карточки, где в понятном графическом виде представлены наименования атрибутов документа. При введении документа в АСУД берется необходимый шаблон и заполняется карточка (заносятся значения атрибутов). После заполнения карточка оказывается связанной с самим документом.

В большинстве случаев, серверная часть АСУД состоит из следующих логических компонентов (которые могут располагаться как на одном, так и на нескольких серверах):

- хранилища атрибутов документов (карточек);
- хранилища документов;
- сервисов полнотекстовой индексации.

Под хранилищем документов обычно понимается хранилище содержимого документов. Хранилище атрибутов и хранилище документов часто объединяют под общим названием "архив документов". Для хранения атрибутов в АСУД используются СУБД Oracle, MS SQL Server, обеспечивающие поиск документов по атрибутам.

Для хранения непосредственно содержимого документов в АСУД применяются файл-серверы MS Windows, Novell, UNIX и др. В этом случае могут быть реализованы и гетерогенные комбинации сетевых сред. Например, база данных с атрибутами документов может работать под управлением ОС UNIX в сети TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol – Протокол управления передачей/Протокол Internet), а сами документы могут храниться

под ОС Novell в сети IPX/SPX (internetwork packet exchange/sequenced packet exchange — межсетевой обмен пакетами/последовательный обмен пакетами). Следует отметить, что большими преимуществами АСУД являются хранение документов в исходном формате и автоматическое распознавание множества форматов файлов.

Хранение документов вместе с атрибутами в базе данных имеет свои преимущества и недостатки. Преимуществом является значительное повышение безопасности доступа к документам, а основным недостатком — низкая эффективность работы с документами при большом объеме хранимой информации. При данном подходе также требуется использование мощных серверов с большими объемами оперативной памяти и жестких дисков. Кроме того, в случае сбоя базы данных восстановить хранившиеся в ней документы будет очень непросто. Необходимо также строго привязываться к конкретной СУБД.

5) Наличие утилит просмотра документов разных форматов — в состав большинства СЭД (Дело, Канцлер, Directum) входят утилиты для просмотра документов (так называемые просмотрщики — viewers), понимающие многие десятки форматов файлов. С их помощью очень удобно работать, в частности, с графическими файлами (например, с файлами формата tiff).

Таким образом, на основе рассмотренных особенностей можно сделать вывод, что АСУД отличаются открытостью, высокой степенью интеграции с прикладным ПО, наличием двух неразделяемых логически объектов — документов и их метаданных и особенностями их хранения.

С точки зрения выделения логических особенностей АСУД как ПО можно обратиться к модели, в которой система документооборота отображается взаимодействием компонентов трех множеств. Выявляются элементы, которые группируются в три множества: множество участников, множество действий участников и множество состояний документов. Динамическая модель документооборота получается при взаимодействии элементов этих трех множеств друг с другом [38].

Первое множество — это множество участников документооборота. Участники документооборота являются сотрудниками организации, производящими создание, движение и модификацию документов. В АСУД участники описываются с точки зрения выполняемых функциональных ролей, то есть по совокупности участия в производственных сценариях.

Второе множество, используемое в рассматриваемой модели — это множество действий участников. Множество действий участников представляет собой конечный список воздействий. Данные воздействия производятся участниками документооборота и являются сигналом АСУД для инициирования активных событий документооборота. Возникновение этих

воздействий приводит к изменению состояния одного или нескольких документов.

Третье множества из тройки модели – это множество состояний документов системы документооборота. Множество состояний документов представляет собой список возможных состояний документов. Состояния, входящие в описываемое множество, являются теми состояниями, которые могут принимать документы во время жизненного цикла документооборота.

Таким образом, анализ АСУД для построения системы качества стоит производить с учетом трех множеств участников системы.

С точки зрения архитектуры в настоящее время В.П.Ипатов и В.И.Панов выделяют централизованный, децентрализованный и федеративный подход [28].

Децентрализованный подход характеризуется созданием множества независимых локальных контуров документооборота, которые обмениваются между собой документами посредством их пересылки. Иными словами, при децентрализованном подходе всегда происходит дублирование документов при их передаче между контурами документооборота.

Централизованный подход, при всех своих преимуществах, имеет жесткие требования к надежности и скорости каналов связи. Кроме того, он характеризуется высоким сетевым трафиком и ограничениями доступности информации для удаленных организационных единиц.

Альтернативой традиционным подходам является федеративная архитектура, то есть распределенное решение с использованием репликации данных в качестве механизма обмена данными между узлами системы. В АСУД такой архитектуры обеспечиваются гарантированная доставка данных и распределенная бесконфликтная обработка документов. Создаются условия для централизованного создания, хранения и поддержки общего контента (организационно-распорядительного, нормативно-регламентного, библиотечного и т.д.); локального создания, хранения и поддержки "местного" контента; быстрой доступности контента, общего для взаимодействующих оргединиц; построения локальных и корпоративных процессов документооборота. При этом достигается наиболее высокая интегральная производительность системы и выполняется требование эффективного использования ресурсов. Одним из важнейших принципов и свойств федеративной архитектуры является распределенное создание, хранение и потребление документов при централизованном администрировании системы как единого целого [28].

Как централизованный, так и децентрализованный подходы являются частными случаями федеративного. Федеративная архитектура не обязательно подразумевает физическое территориальное распределение серверов. Она

может быть выбрана как для распределенного, так и для централизованного хранилища из следующих соображений.

Таким образом, анализ рассмотренных выше работ А.А.Глинских [25], В.П. Ипатова и В.И. Панова [28] позволяет особенности АСУД как ПО разделить на технические и логические.

Технические включают в себя следующие признаки: открытость АСУД (возможность добавления дополнительных модулей или прикладных решений), высокая степень интеграции с прикладным ПО (например, с текстовыми редакторами), наличием двух неразделяемых логически объектов – документов (файлов) и их метаданных, и особенностями их хранения.

Логические особенности связаны с контурами работы с информацией в АСУД – тремя множествами, входящими в документооборот: множество участников, множество действий участников и множество состояний документов влияют на технические особенности реализации АСУД – и с архитектурой АСУД. При этом каждая из выделяемых архитектур имеет свои преимущества и недостатки, которые оказывают влияние на некоторые характеристики качества АСУД (например, производитель)

3.2 Построение иерархического дерева свойств для оценки качества автоматизированных систем управления документами

Для построения модели оценки качества АСУД необходимо отобрать те характеристики и субхарактеристики, которые важны с точки зрения внешнего качества системы и которые оказывают наибольшее влияние на качество АСУД. При этом необходимо учитывать как технические, так и логические особенности АСУД как ПО.

Составление системы характеристик качества ПО является одним из важнейших этапов оценки качества, т.к. от полноты системы и адекватности характеристик зависит достоверность получаемой оценки.

Номенклатура и значения показателей качества непосредственно определяются требуемыми функциями программного средства и в той или иной степени влияют на выполнение этих функций [14, с.142]. Поэтому выбор функциональных возможностей системы, их подробное и максимально корректное описание являются исходными данными для установления всех остальных стандартизированных показателей качества.

Построение иерархического дерева свойств включает в себя отбор необходимых характеристик и их ранжирование в соответствии с определяемым приоритетом. При этом, на нижнем уровне, своеобразными

«листьями» дерева свойств будут являться конкретные метрики качества, определяемые и измеряемые показатели качества АСУД.

В.В.Липаев показатели качества систем с позиции возможности и точности их измерения разделяет на три типа [33]: категорийно-описательные, количественные и качественные.

К категорийно-описательным относятся показатели качества, которые возможно описать, выделить их наличие или отсутствие. Среди стандартизированных показателей качества к этому типу, прежде всего, относится пригодность, являющаяся доминирующей характеристикой любых АСУД, т.к. показывает функциональные возможности систем.

К количественным стандартизированным показателям качества относятся достаточно достоверно и объективно измеряемые характеристики: надежность и эффективность. Значения этих характеристик обычно в наибольшей степени влияют на функциональные возможности и метрики в использовании системы.

Группа качественных стандартизированных показателей включает практичность, сопровождаемость и мобильность. Эти характеристики АСУД трудно полностью описать измеряемыми количественными значениями и их субхарактеристики в основном имеют описательный, качественный вид.

Ни одна из трех вышеуказанных групп показателей не должна иметь абсолютный приоритет над другими.

Коэффициенты значимости, выражающие иерархичность системы, определяются экспертно, такой подход характерен и для моделей оценки качества банковских ИС [23], интеллектуальных ИС [16], АСУ предприятиями [37].

Модель SQuaRE определяет набор характеристик и субхарактеристик, используемых для оценки качества ПО.

Для системы оценки качества АСУД могут быть использованы следующие характеристики:

Функциональность (functional suitability) – характеристика, отражающая способность АСУД в определенных условиях решать задачи, нужные пользователям. Определяет, что именно делает АСУД. Данная характеристика является одной из важнейших для АСУД как для системы, которая должна выполнять определенные вспомогательные функции организации. Вместе с тем, функциональность систем достаточно однородна – это связано с тем, что АСУД как вид АСУ, изначально должна выполнять необходимый набор функций, который позволяет отнести ПО именно к АСУД. Однако, на функциональность АСУД могут влиять потребности организации в тех или иных функциях (например, не для всех организаций необходима функция работы с обращениями граждан и юридических лиц). Однако определенный набор функций должен быть у каждой АСУД. При построении иерархии

свойств функциональность будет располагаться на высшем уровне. Функциональность включает в себя такие подхарактеристики, как:

- полнота;
- точность;
- соответствие стандартам и правилам;

Полнота, пригодность (appropriateness) – способность решать нужный набор задач, т.е. набор основных, необходимых и достаточных функции АСУД. Можно выделить следующие основные функции АСУД:

- документирование: подготовку проектов документов с оформлением установленных реквизитов; согласование; представление на подпись руководителя (утверждение);

- обеспечение документооборота: регистрацию входящих, исходящих и внутренних документов; движение документов и их проектов в соответствии со структурой организации и функциональными обязанностями исполнителей; рассылку исходящих документов внешним корреспондентам; работу с электронной почтой; контроль исполнения документов; списание документов в дела по номенклатуре; поиск документов; формирование сводной номенклатуры дел организации [11].

- архивная обработка и хранение документов: обработку документов и дел, завершенных в делопроизводстве, для передачи на хранение в архив организации и на государственное хранение; систематизацию дел в архивном фонде; поиск дел и документов по заданным критериям; информационно-функциональное разграничение прав исполнителей; формирование учетных документов в соответствии с законодательством Республики Беларусь по делопроизводству и архивному делу. Не все организации осуществляют хранение документов в электронном виде, но архивная обработка документов является важной функцией, позволяющей поддерживать взаимосвязь делопроизводства и архивного хранения.

При выделении функциональных требований к АСУД можно воспользоваться требованиями спецификации Moreq, при этом необходимо помнить о наличии специфики в работе с документами, характерной для стран бывшего СССР. Например, о наличии регистрации документов и необходимости контроля сроков исполнения поручений по документу.

Точность, корректность (assiguacy) – способность выдавать нужные результаты. Данное понятие включает получение ожидаемых данных с необходимой степенью точности. Для качества АСУД важность данной субхарактеристики небольшая, т.к. вычислительные функции в АСУД не являются основными, но точность может быть применима, например, при поиске какой-либо информации.

Соответствие стандартам и правилам (compliance) – соответствие АСУД имеющимся стандартам, нормативным и законодательным актам, другим

регулирующим нормам. Именно для АСУД соответствие требованиям законодательства в данной сфере очень важно. В законодательстве определен порядок документооборота, требования к оформлению документов. Соответственно АСУД, которая не соответствует требованиям законодательства создает условия для привлечения должностного лица к ответственности за несоблюдение законодательства в области делопроизводства.

Надежность (reliability) – характеристика, отражающая способность АСУД поддерживать определенную работоспособность в заданных условиях. Для оценки качества АСУД использование традиционных характеристик надежности не применимо по причине того, что стандартные методы форсированных испытаний надежности систем путем физического воздействия на их компоненты не применимы для АСУД и их следует заменять методами форсированного воздействия информационных потоков внешней среды на систему [20]. Надежная программа должна обеспечивать достаточно низкую вероятность отказа в процессе функционирования в реальном времени. Но надежность системы можно также рассматривать как комплексное понятие, которое включает отказоустойчивость, доступность, обеспечение сохранности данных при сбоях, их долгосрочное хранение и другое. С инженерной стороны это реализуется посредством реализации распределенной системы, в которой нет единой точки отказа, включением в ее состав сервисов балансировки нагрузки, резервного копирования и восстановления, мониторинга и аудита. Надежность АСУД является одной из важнейших характеристик, поэтому она также относится к высшему уровню. Надежность включает в себя такие подхарактеристики, как:

- зрелость;
- устойчивость к отказам;
- способность к восстановлению.

Зрелость, завершенность (availability) – величина, показывающая частоту отказов АСУД. Определяется средним временем работы без сбоев ко времени работы системы вообще.

Устойчивость к отказам (fault tolerance) – способность поддерживать заданный уровень работоспособности при отказах и нарушениях правил взаимодействия с окружением. Для АСУД это может выражаться в работоспособности всей системы при отказе части элементов.

Способность к восстановлению (recoverability) – способность восстанавливать определенный уровень работоспособности и целостность данных после отказа в рамках заданных времени и ресурсов.

Удобство использования (operability) или практичность – характеристика, отражающая способность АСУД быть удобной в обучении и использовании, а

также привлекательной для пользователей. Практичность относится к качественным показателям, поэтому для анализа удобства в использовании предлагается использовать социологический способ, т.е. проведение опроса пользователей с использованием анкеты. Практичность включает в себя:

- понятность;
- удобство обучения;
- удобство работы.

Понятность (understandability) – показатель, обратный к усилиям, которые затрачиваются пользователями на восприятие основных понятий АСУД и осознание способов их использования для решения своих задач.

Удобство обучения (learnability) – показатель, обратный к усилиям, затрачиваемым пользователями на обучение работе с АСУД. Для оценки можно использовать также количественный показатель наличия и полноту обучающих материалов, документации.

Удобство работы (operability) – показатель, обратный трудоемкости решения пользователями задач с помощью АСУД.

Производительность (performance efficiency) или эффективность – способность АСУД при заданных условиях обеспечивать необходимую работоспособность по отношению к выделяемым для этого ресурсам. Эффективность является строго качественным показателем и поддается измерению. Вместе с тем, мера сильно колеблется в зависимости от условий эксплуатации. Эффективность можно измерять, как открыв окно АСУД в фоновом режиме, так и во время решения приложением какой-либо задачи. Эффективность включает в себя:

- временная эффективность;
- эффективность использования ресурсов.

Временная эффективность (time behaviour) – способность АСУД решать определенные задачи за отведенное время. Подразделяется в свою очередь на время реакции при решении какой-либо задачи, пропускную способность (сколько задач может быть решено за определенный промежуток времени), время ожидания (время, проходящее со старта нескольких связанных задач и их завершения).

Эффективность использования ресурсов (resource utilisation) – способность решать нужные задачи с использованием заданных объемов ресурсов определенных видов. Имеются в виду такие ресурсы, как оперативная и долговременная память, сетевые соединения, устройства ввода и вывода [2, с.34].

Удобство сопровождения (maintainability) – характеристика, отражающая удобство проведения всех видов деятельности, связанных с сопровождением программ. Характеристика АСУД, влияющая на возможность изменяемости

системы силами пользователей без привлечения разработчиков. Данная характеристика важна ввиду возможной экономии на оплате услуг разработчиков систем. Удобство сопровождения включает в себя:

- анализируемость;
- удобство внесения изменений;
- стабильность;
- удобство проверки;

Анализируемость (analyzability) или удобство проведения анализа – удобство проведения анализа ошибок, дефектов и недостатков, а также удобство анализа необходимости изменений и их возможных последствий. Например, может ли пользователь АСУД самостоятельно определить причину, которая вызвала сбой в программе.

Удобство внесения изменений (changeability) – показатель, обратный трудозатратам на выполнение необходимых изменений. Например, может ли сопровождающий систему самостоятельно внести необходимые изменения. Данный показатель для АСУД показывает наличие встроенных языков программирования, наличие API (application programming interface – интерфейс программирования приложений).

Стабильность (stability) – показатель, обратный риску возникновения неожиданных эффектов при внесении необходимых изменений. Достаточно важный показатель для АСУД, например, будет ли работать система без сбоев в случае изменения каких-либо реквизитов в регистрационно-контрольной карточке документа.

Удобство проверки (testability) – показатель, обратный трудозатратам на проведение тестирования и других видов проверки того, что внесенные изменения привели к нужным результатам. Показатель, отражающий наличие в АСУД каких-либо тестовых функций, примеров в самой программе, позволяющих проверить результат изменений.

Удобство сопровождения – качественная характеристика. Анализируемость и удобства внесения изменений АСУД – связанные субхарактеристики, предназначенные скорее для разработчиков, поэтому в данной модели они не используются.

Переносимость (transferability) – характеристика, отражающая способность АСУД сохранять работоспособность при переносе из одного окружения в другое, включая организационные, аппаратные и программные аспекты окружения. В конкретной организации система может быть установлена на платформах, которые в наибольшей степени соответствуют ее потребностям и учитывают специфику существующей инфраструктуры.

Переносимость включает в себя:

- адаптируемость;

- удобство установки;
- способность к сосуществованию;
- удобство замены.

Адаптируемость (adaptability) – способность АСУД приспосабливаться к различным окружениям без проведения для этого действий, помимо заранее предусмотренных. Для АСУД применимы качественные описательные показатели настраиваемости системы. Например, при внесении изменений в организационную структуру, не возникнет ли необходимость в дополнительных изменениях системы изменения. Также, здесь применимы качественные показатели, в которых описываются, например, операционные системы, в которых может быть развернута АСУД.

Удобство установки (installability) – способность АСУД быть установленным или развернутым в определенном окружении с наименьшими затратами по длительности и трудоемкости. Данная характеристика должна иметь как качественную, так и количественную оценку.

Способность к сосуществованию (coexistence) – способность АСУД сосуществовать в общем окружении с другими программами, деля с ними ресурсы. Показатель, в котором можно рассмотреть, как часто возникают сбои при использовании одновременно другого приложения. Например, при вызове текстового редактора из АСУД, не возникнет ли сбоев в программе.

Удобство замены (replaceability) другого АСУД данным – возможность применения данной системы вместо других программных систем для решения тех же задач в определенном окружении. Данный показатель показывает в отношении АСУД, например, возможность конвертации или миграции данных для работы в другой АСУД. Но, БД, созданные в одних АСУД, не совместимы по умолчанию с другими АСУД, поэтому данный показатель не применяется.

Защищенность (security) – способность предотвращать неавторизованный и не разрешенный доступ к данным, коммуникациям и др. Для защищенности АСУД необходимо наличие разграничения прав пользователей, протоколирования их работы. Базовым элементом любой системы электронного документооборота является документ, внутри системы это может быть файл, а может быть запись в базе данных. Хотя документ является базовым элементом, не надо думать, что обеспечение информационной безопасности только предназначен для электронных документов. Это значит, что нужно защитить не только данных или документов, а всю саму АСУД обеспечивая ее работоспособность, быстрое восстановление после повреждений, сбоев и даже после уничтожения. Для этого, при обеспечении информационной безопасности в АСУД, необходим комплексный подход.

Масштабируемость – возможность увеличения числа пользователей АСУД без непредусмотренных для этого действий. Стоит отметить, что

увеличение числа пользователей влечет увеличение объема обрабатываемой в АСУД информации, следовательно, появляется необходимость в увеличении мощности оборудования. При этом, произвести оценку архитектуры АСУД (или, например, структуру БД) на предмет сохранения производительности при увеличении объемов обрабатываемой информации достаточно проблематично.

Для полноты модели необходимо провести сравнение используемых характеристик с характеристиками, которые предлагаются в спецификации Moreq, как в наиболее комплексном источнике, содержащем требования именно к СЭД. В Moreq требования делятся на функциональные и нефункциональные [12]. Соответственно функциональные требования соотносятся с используемой характеристикой функциональной полноты. В Moreq содержатся следующие нефункциональные требования:

Производительность – включает в себя время реакции, эффективность и пропускную способность СЭД под нагрузкой;

Масштабируемость – подразумевает возможность сохранения показателей производительности при росте системы (росте количества пользователей, документов);

Управляемость – простота администрирования;

Переносимость – возможность СЭД работать в различных средах;

Безопасность – невозможность несанкционированного доступа в СЭД, устойчивость к компьютерным вирусам.

Конфиденциальность – необходимость обеспечивать конфиденциальность личных данных в СЭД. Данное требование тесно связано с безопасностью.

Простота использования – восприятие программы пользователями, простота работы в СЭД.

Доступность для людей с ограниченными возможностями – возможность использования СЭД всеми пользователями, в том числе пользователями с ограниченными возможностями.

Доступность – безотказная работа СЭД, отсутствие простоев.

Надежность – внутренняя целостность системы, точность и корректность ПО, и его устойчивость к дефектам, неисправностям и неожиданным условиям эксплуатации.

Восстанавливаемость – возможность восстановления системы с корректными данными в случае сбоев.

Сопровождаемость – простота и удобство модернизации или исправления системы.

Поддержка – наличие активной и актуальной поддержки СЭД производителем. Это требование необходимо для того, чтобы избежать

ситуации, при которой СЭД необходимо будет развивать и актуализировать своими силами.

В целом, можно отметить, что модель SQuaRE покрывает большую часть требований Moreq, за исключением требований к доступности СЭД для работы людей с ограниченными возможностями и конфиденциальности. Это позволяет говорить о непротиворечивости модели SQuaRE и спецификации Moreq.

Таким образом, для создания модели оценки качества АСУД были отобраны следующие характеристики: функциональность, надежность, практичность, эффективность, переносимость, защищенность. Данные характеристики с наибольшей степенью покрывают качество любого ПО. Для оценки качества АСУД каждая из данных характеристик была адаптирована под особенности АСУД, как технические, так и логические. Также, данные характеристики непротиворечивы с требованиями к СЭД спецификации Moreq. Для выделения субхарактеристик и измерения показателей качества также будет использована модель оценки качества ПО SQuaRE.

Значения весовых коэффициентов определяются путем экспертных оценок. Данный подход характерен для других ИС, например, банковских, интеллектуальных. На данном этапе исследования для оценки качества АСУД предлагается авторский вариант распределения коэффициентов (см. Приложение А).

ГЛАВА 4. МЕТРИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ

Комплексная модель оценки качества АСУД должна использовать характеристики, отобранные на этапе построения иерархической системы показателей. На основе иерархической системы строится модель, низшим уровнем которой являются метрики измерения качества. Таким образом, сама модель состоит из элементов – метрик, и их взаимосвязей – иерархически упорядоченных характеристик.

Модель должна отражать реальные требования потребителя к ПО как к средству решения определенных задач.

Для определения мер измерения и их соотношения можно использовать принципы квалиметрии, часть из которых соответствует модели SQuaRE [35]:

1) качество представляет собой совокупность только тех свойств объекта, которые связаны с достигаемым при его помощи результатом (но не с понесенными при этом затратами) и которые проявляются в процессе потребления (эксплуатации, использования) объекта в соответствии с его назначением;

2) некоторые сложные и любые простые свойства могут быть измерены с помощью абсолютного показателя свойства Q_i , ($i = 1, n$; n - количество свойств оцениваемого объекта). Полученные в результате этого значения показателя Q выражаются в специфических для каждого свойства единицах. Для измерений могут использоваться метрологические, экспертные, аналитические методы;

3) все свойства, формирующие качество, образуют иерархическую структуру в виде дерева свойств. Низший ярус этого дерева (корень дерева) представляет самое сложное свойство - качество объекта, а ветви высшего яруса представляют простые и квазипростые свойства;

4) для сопоставления по относительной важности всех свойств, входящих в "дерево свойств", используются безразмерные коэффициенты весомости G_i . Для удобства обычно принимается $0 < G_i < 1$. Значения коэффициентов весомости определяются с привлечением разновидностей экспертного и неэкспертного (аналитического) методов.

Можно отметить, что представленные выше принципы используются при оценке качества других АСУ [10, с.13-18], поэтому их использование при оценке качества АСУД соответствует общей практике оценки качества ПО.

Рассмотренными выше стандартами серии SQuaRE рекомендуется, чтобы было предусмотрено измерение каждой характеристики качества (или субхарактеристики) с точностью и определенностью, достаточной для

установления критериев и выполнения сравнений. И, чтобы эта точность обеспечивалась при измерении, [4, с. 12] при эмпирических измерениях должны использоваться наблюдения или анкеты с применением номинальной, интервальной или порядковой шкалы. Процедуры измерений должны давать в результате одинаковые меры (с приемлемой устойчивостью), получаемые различными субъектами при выполнении одних и тех же измерений.

Для метрики используется: интервальная шкала (характеризуется реально измеряемыми физическими показателями: временем выполнения программы, числом маршрутов в программе и т.д.), порядковая шкала позволяет ранжировать некоторые характеристики путем сравнения с опорными значениями. Для объекта измерения устанавливается приоритетность признаков [32, с. 81].

Абсолютные метрики показывают больше или меньше значение данного параметра программы по сравнению с опорным. Относительные – во сколько раз больше или меньше опорного. Номинальная шкала характеризует только наличие рассматриваемого свойства или признака у программы без учета градации по численным значениям.

К.С. Мышенков указывает на применение в метриках различных методов определения значений показателей: измерительный, регистрационный, органолептический, расчетный, экспертный, социологический, а также их сочетания по установленным правилам [37, с. 34].

Измерительный метод основан на получении информации с использованием инструментальных средств.

Регистрационный метод основан на получении информации во время испытаний или функционирования программного обеспечения, когда регистрируют или подсчитывают определенные события (время и число сбоев или отказов, например).

Органолептический метод основан на использовании информации, полученной в результате анализа восприятия органов чувств (зрения, слуха) для определения показателей удобства применения.

Расчетный метод основан на использовании теоретических и эмпирических зависимостей (на ранних стадиях разработки), статистических данных, накапливаемых при испытаниях, эксплуатации и сопровождении программного обеспечения. При помощи расчетного метода определяют длительность вычислений, время реакции, показатели надежности, необходимые ресурсы.

Экспертный метод основан на определении значений показателей качества ПО экспертами, компетентными в решении данной задачи, на базе их опыта и интуиции. Экспертный метод применяют в тех случаях, когда задача не

может быть решена никаким другим из существующих способов или другие методы являются значительно более трудоемкими.

Социологические методы основаны на обработке специальных анкет-вопросников.

Построение модели происходит поэтапно, путем поочередного определения метрик для характеристик.

Для проведения оценки качества АСУД необходимо использовать тестовый стенд с установленной тестируемой АСУД. В рамках тестирования возможна установка серверной и клиентской части на одной машине.

Параметры машины должны быть сконфигурированы с учетом системных требований для АСУД (Таблица 1).

Таблица 1 – Примерные характеристики машины для проведения оценки качества АСУД (составлено автором)

Параметр	Значение
Процессор	2 ГГц, Intel/AMD совместимый x86/x64
Оперативная память	4 Гб
Физическая память	RAID-1, 100 Гб
ОС	Windows Server 2012
СУБД	MS SQL Server 2005/2008 Express
Количество пользователей АСУД	50

Важно, чтобы оценка качества разных АСУД проводилась на машинах с одинаковыми параметрами – это обеспечивает равные условия для разных АСУД.

При этом, характеристики тестового сервера, на котором будет проводится тестирование должны соответствовать минимальным системным требованиям, которые указываются разработчиками АСУД.

Для измерения функциональной полноты АСУД может использоваться несколько методов. Может проводиться оценка АСУД, основанная на проверке соответствия функциональной полноты системы некоторому эталону. Например, наличие определенной функции 1 балл, отсутствие – 0, но данная оценка не учитывает качественную реализацию функций в АСУД, а целью данной работы является именно оценка качества. В стандартах предлагается использование абсолютной шкалы, где $0 \leq X \leq 1$, $X=1-A/B$. Где, например, А – это количество функций, реализованных некачественно, в которых обнаружены проблемы, В – общее количество оцениваемых функций [2, с. 34]. Но данный способ измерения предполагает определение некачественно реализованных функций без учета их значимости.

Поэтому, можно использовать групповой заочный метод опроса экспертов. Основные цели: получение информации о функциях, определение наиболее важных, с точки зрения профильных специалистов. Процесс оценивания в данном случае будет выглядеть следующим образом: эксперты ранжируют десять наиболее важных, по их мнению, функций АСУД их по степени значимости с присвоением определенного коэффициента К. Т.к. отбираются наиболее необходимые функции – значения коэффициентов предлагаются в диапазоне от 0,8 до 1. Затем экспертами производится оценка реализации данной функции в конкретной АСУД F (с оценками от 1 до 10). Для равнозначности оценок в рамках всей модели получаемая экспертно оценка умножается на 0,1. Итоговая оценка по формуле (1) определяется умножением оценки реализации на коэффициент функции. Таким образом, оценивается полнота системы.

$I_{11}=K*F*0,1$, где К – коэффициент значимости, F – экспертная оценка реализации функции. (1)

Функции АСУД могут систематизироваться по категориям: документирование, обеспечение документооборота, архивная обработка. Каждая из этих функций включает в себя набор конкретных функций, поддающихся фиксации и оценке реализации.

Например, в обеспечение документооборота может входить: регистрация входящих, исходящих и внутренних документов, обращений граждан и юридических лиц; движение документов и их проектов в соответствии со структурой организации и функциональными обязанностями исполнителей; возможность параллельной и последовательной маршрутизации движения документов в организации. Также, возможность фиксации в АСУД маршрута обработки определенных документов; работу с электронной почтой, системой межведомственного документооборота; контроль исполнения документов; списание документов в дела по номенклатуре; поиск документов; формирование сводной номенклатуры дел организации; поддержка бумажного и безбумажного документооборота и т.д.

В целях оптимизации процесса выбора необходимых функций можно сделать таблицу, в которой будут перечислены все необходимые функции АСУД, а затем из данного списка определять наиболее важные.

Правильность является субхарактеристикой, оцениваемой и используемой разработчиками программы, поэтому в предлагаемой модели она не используется.

Соответствие стандартам и правилам – важная субхарактеристика АСУД, соответственно АСУД должна соответствовать как нормативным правовым

актам в области делопроизводства (организацию документооборота согласно Инструкции по делопроизводству в государственных органах и иных организациях), так и требованиям в области защиты информации. Требования в области защиты информации находятся на стыке функциональной пригодности и соответствия, т.к. для одних организаций определенные требования законодательства являются обязательными (например, для государственных органов), для других – нет. Для оценки соответствия стандартам и правилам (I_2) также предлагается использовать экспертный метод, заключающийся в оценке АСУД на полное соответствие, частичное и не соответствие. Данным вариантам ответов присваиваются определенные значения (по шкале от 1 до 10).

Требования к оформлению документов в электронном виде поддерживаются на уровне текстового редактора, поэтому для оценки качества АСУД они не учитываются.

Требования по организации работы с документами содержат нормы по части обеспечения регистрации документов, поддержку вынесения резолюций по документам, контроль исполнения документов и т.д. Данные нормы частично могут пересекаться со списком функций АСУД, используемых для оценки функциональной полноты. Однако, несмотря на схожесть содержания, данные требования имеют разные цели при оценке качества АСУД. Если в рамках оценки функциональной полноты перечень критериев может быть свободно изменен, то при оценке соответствия законодательству определен жесткий набор поддерживаемых функций, отклонения от которого недопустимы.

Большое внимание следует уделить оценке соответствия АСУД требованиям Инструкции по делопроизводству с учетом недавно внесенных изменений, касающихся процесса работы с документами в электронном виде [8]. АСУД должны обеспечивать работу по следующими допустимыми форматами документов в электронном виде [11]:

- Portable Document Format / A (PDF/A);
- Office Open XML (DOCX);
- OpenDocument Format (ODT).

Допустимыми форматами графических образов документов на бумажных носителях (сканов) являются [11]:

- Portable Network Graphics (PNG);
- Tagged Image File Format (TIFF);
- Joint Photograph Experts Group (JPEG);
- Portable Document Format / A (PDF/A).

Комплексная оценка функциональности определяется по формуле (2). Значения коэффициентов 0,7 и 0,3 – как раз и есть весовые показатели

субхарактеристик, определяемые экспертно. В данном случае используется авторский вариант.

$I_1 = I_{11} * 0,7 + I_{12} * 0,3$, где I_{11} – функциональная полнота системы, I_{12} – экспертная оценка соответствия АСУД стандартам и правилам. (2)

Надежность I_2 является очень важной характеристикой, ведь от надежности АСУД зависит работа системы управления в организации. Для АСУД следует использовать методы форсированного воздействия информационных потоков внешней среды на систему [15, с.22]. Моделирование подобной ситуации весьма трудоемко. Дополнительную сложность представляет зачастую сложность в определении причины сбоев, отказов программ – они могут быть вызваны как ненадежностью самой программы, так и некорректным ее использованием.

При оценке надежности АСУД необходимо выделить уровни, на которых осуществляется защита данных от разрушений при авариях и сбоях:

- аппаратно-программными средствами используемого технического комплекса;
- соответствующими средствами сетевого программного обеспечения;
- системой архивирования – архивированные и рабочие данные хранятся на разных узлах хранения данных, а также организационно-техническими мероприятиями, гарантирующим и устойчивое функционирование системы.

К ним относятся:

- обеспечение бесперебойного питания технических средств;
- использование лицензионного ПО;
- регулярное выполнение работ по техническому обслуживанию технических и сопровождению программных средств.

Уровень устойчивости системы к программным сбоям не допускает невозстановимое нарушение целостности данных и объектов хранения данных. Показатель надежности включает в себя:

- зрелость;
- устойчивость к отказам;
- способность к восстановлению.

Для оценки зрелости I_{21} АСУД предлагается вести подсчет суммы количества сбоев $\sum N$, где $N = 1$, т.е. один сбой в системе на количество выполненных тестовых задач на оценку эффективности (производительности) системы M . Также, необходимо учитывать разную степень влияния сбоев на работу программы (какие-то сбои приводят к неработоспособности АСУД, какие-то не отражаются на работе АСУД). Соответственно, весовые коэффициенты K для сбоев:

- сбои, повлекшие переход АСУД в неработоспособное состояние – 1;
- сбои, повлекшие за собой невозможность выполнения операции – 0,5;
- сбои, не оказавшие влияние на работоспособность системы и не повлекшие невозможность выполнения основной тестовой задачи – 0,2.

Таким образом, оценка зрелости АСУД отражена в формуле (3):

$$I_{21} = \Sigma(N \cdot K) / M, \text{ где } N - \text{сбой в АСУД, } K - \text{весовой коэффициент значимости сбоя, } M - \text{количество выполненных тестовых задач в АСУД.} \quad (3)$$

Для приведения зрелости к используемой в модели шкале от 1 до 10 можно воспользоваться интервальными значениями. Если $0 < I_{21} \leq 0,01$, то I_{21} присваивается значение 1, если $0,1 < I_{21} \leq 0,05$, то присваивается значение 0,5, если значение $I_{21} > 0,05$, то присваивается значение 0,2.

Устойчивость к отказам I_{22} измеряется с помощью измерения отношения количества сбоев, повлекших переход АСУД в неработоспособное состояние к общему количеству сбоев.

Для приведения устойчивости к отказам к используемой в модели шкале можно воспользоваться интервальными значениями. Если $0 < I_{22} \leq 0,05$, то I_{22} присваивается значение 1, если $0,05 < I_{22} \leq 0,2$, то присваивается значение 0,5, если значение $I_{22} > 0,2$, то присваивается значение 0,2.

Способность к восстановлению I_{23} сложно оценить из-за трудоемкости имитации ситуаций, при которых АСУД выходит из строя в достаточной мере для применения резервных копий данных. Поэтому, предлагается тестовое восстановление БД АСУД из резервной копии и подсчет количества успешных восстановлений S (полнота данных после восстановления подтверждается экспертно при помощи коэффициентов A , при этом $0,1 \leq A \leq 1$) к числу всех восстановлений T . Неуспешным признается восстановление, в результате которого невозможна работа АСУД с данной БД или сам процесс восстановления завершился с ошибкой. Количество восстановлений может колебаться от 10 до 100, в данной модели используется 10 попыток восстановления БД АСУД из резервной копии.

Таким образом, способность к восстановлению отражена в формуле (4):

$$I_{23} = S \cdot A / T, \text{ где } S - \text{количество успешных восстановлений БД АСУД из резервной копии, } A - \text{экспертная оценка полноты восстановления данных, } T - \text{количество всех восстановлений БД из резервной копии.} \quad (4)$$

Для приведения способности к восстановлению к используемой в модели шкале можно воспользоваться интервальными значениями. Если

$0,9 \leq I_{23} \leq 1$, то I_{23} присваивается значение 1, если $0,7 \leq I_{23} < 0,9$, то присваивается значение 0,5, если значение $I_{23} < 0,7$, то присваивается значение 0,2.

В целом, комплексная оценка надежности измеряется по формуле (5).

$I_2 = (I_{21} + I_{22} + I_{23}) * 0,333$, где I_{21} – оценка зрелости АСУД, I_{22} – оценка устойчивости к отказам АСУД, I_{23} – оценка способности БД АСУД к восстановлению. (5)

Для оценки АСУД можно запросить у разработчика результаты нагрузочного тестирования актуальной версии АСУД, в котором, как правило, зафиксированы все случающиеся сбои в системе, если таковые имелись.

Практичность I_3 является качественным показателем, поэтому для анализа удобства в использовании предлагается использовать социологический способ, т.е. проведение опроса пользователей с использованием анкеты. Обобщенно этот показатель можно отразить трудоемкостью и длительностью, которые необходимы для изучения и полного освоения функций и технологии применения соответствующей системы. Соответственно после обработки ответов на вопросы пользователей производится подсчет баллов. Все субхарактеристики (понятность, удобство обучения, удобство работы, привлекательность) практичности признаются равнозначными. При оценке привлекательности необходимо акцентировать внимание, прежде всего, на интерфейсах систем.

Понятность АСУД I_{31} является субъективным показателем. Для оценки понятности пользователям предлагается ответить на следующие вопросы:

А) Понятна ли для Вас терминология, используемая в АСУД? (оценивается по пониманию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов).

Б) Как часто при выполнении тестовых операций в АСУД вы обращались к справочной документации по АСУД? (количественный показатель; если от 0 до 15 раз – 1 балл, если от 15 до 30 – 0,7 балла, если от 30 до 45 раз – 0,4 балла, если более 45 раз – 0,1 балла).

Итого, понятность оценивается по формуле (6).

$I_{31} = A + B$, где А – оценка понятности терминологии в АСУД, В – частота обращения к справочной документации по АСУД. (6)

Для оценки удобства обучения I_{32} учитываются количественные следующие показатели:

- В) Наличие справочной документации к АСУД в открытом доступе.
- Г) Наличие обучающих видеороликов в АСУД.
- Д) Наличие элементов геймификации обучения в АСУД.

Каждый из данных показателей, при наличии имеет 1 балл, отсутствие – 0 баллов.

Также, при оценке удобства обучения используются качественные показатели, показывающие качество реализации возможностей для обучения в АСУД. Пользователям предлагается ответить на следующие вопросы:

Е) Как Вы оцениваете удобство справочной документации? (оценивается пользователями по шкале от 1 до 10 и умножается на коэффициент 0,1)

Ж) Считаете ли Вы справочную документацию достаточной для работы пользователей в АСУД? (оценивается пользователями – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов)

З) Помогли ли Вам обучающие видеоролики в АСУД (при их наличии)? (оценивается пользователями – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов)

И) Помогли ли Вам элементы геймификации в обучении в АСУД (при их наличии)? (оценивается пользователями – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов).

Итого, удобство обучения в АСУД измеряется по формуле (7).

$I_{32}=B+Г+Д+Е+Ж+З+И$, где В – наличие справочной документации в открытом доступе, Г – наличие обучающих видеороликов, наличие элементов геймификации, Е – оценка удобства справочной документации, Ж – оценка достаточности справочной документации, З – оценка полезности видеороликов в АСУД, И – оценка полезности элементов геймификации в АСУД. (7)

Удобство работы в АСУД I_{33} можно оценить с помощью набора критериев, которые обеспечивают простоту использования АСУД пользователями. Набор критериев для оценки качества – авторский вариант.

Набор критериев следующий:

- унифицированность интерфейсов системы (оценивается пользователями по шкале от 1 до 10 и умножается на коэффициент 0,1);

- возможности для групповой работы с объектами системы (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);

- персонифицированная настройка интерфейса АСУД (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);

- удобство фильтрации и сортировки объектов системы (оценивается пользователями по шкале от 1 до 10 и умножается на коэффициент 0,1);

- локализация системы (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);

- изменение размера РКК при необходимости (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);

- наличие механизмов drag&drop (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);
- визуализация отношений между объектами системы, например, документами (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);
- наличие подсказок к объектам системы (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);
- предпросмотр файлов в АСУД (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов);
- перегруженность интерфейса (оценивается пользователями по шкале от 1 до 10 и умножается на коэффициент 0,1).

Итого, комплексная оценка практичности измеряется по формуле (8)

$$I_3 = (I_{31} + I_{32} + I_{33}) / 2, \text{ где } I_{31} - \text{оценка понятности АСУД, } I_{32} - \text{оценка удобства обучения в АСУД, } I_{33} - \text{оценка удобства работы в АСУД.} \quad (8)$$

Деление на 2 вводится для обеспечения единообразия модели.

Эффективность I_4 является строго количественным показателем и поддается измерению. Но большинство из метрик имеют разный физический смысл и при этом представлены в абсолютных единицах (например, секунды, байты, биты в секунду); это затрудняет их совместное использование при комплексной оценке качества АСУД. Те метрики, которые представлены в относительных единицах, не обеспечивают попадание своих значений в используемый диапазон 1 – 10, что также затрудняет совместное использование метрик при интегральной оценке качества. Также метрики измеряют либо скоростные, либо ресурсные свойства ПС и не учитывают их взаимного влияния; таким образом, оптимальность (минимизация) соотношения скоростных и ресурсных свойств ПС существующими метриками никак не анализируется и, следовательно, остается вне оценки характеристики. Для решения данной проблемы предлагается использовать критерий минимизации соотношения временных и ресурсных ресурсов АСУД (а именно, минимизации произведения данных показателей).

По мнению А.А. Ворончихина при проведении тестирования на эффективность важно зафиксировать определенные условия, в которых происходит измерение [24]. К наиболее важным моментам можно отнести:

- 1) Одновременное количество пользователей в АСУД;
- 2) Загрузка оперативной памяти другими приложениями (MS Word, браузер, антивирус);
- 3) Наполнение базы данных (суммарный объем базы данных для установленного количества пользователей) [24].

Для оценки эффективности (производительности) предлагается анализ длительности выполнения базовых действий с объектами и компонентами системы для 50 одновременно работающих пользователей (Таблица 2).

Таблица 2 – Тестовые действия а АСУД и допустимые показатели эффективности (составлено автором на основе [21])

Действие	Допустимое время в с	Отклонение в загрузке оперативной памяти от стандартного значения в %
Запуск проводника системы (при использовании windows-аутентификации в АСУД)	20	5%
Создание документа	4	5%
Открытие карточки документа	3	5%
Сохранение карточки (регистрация документа)	4	5%
Поиск документа по его регистрационному номеру в системе	5	5%

Для измерения длительности выполнения базовых действий используется профайлинг или специальное ПО. Временная эффективность I_{41} измеряется в секундах. Для приведения оценки временной эффективности к используемой шкале от 1 до 10 используется формула (9).

$I_{41}=1-F$, где F – 0,1 на каждую секунду превышения установленной границы по временной эффективности. (9)

При этом $I_{41} \geq 0$.

Эффективность использования ресурсов I_{42} определяется через измерение отклонения загрузки оперативной памяти процессом от значения загрузки оперативной памяти АСУД в фоновом режиме (при отсутствии загрузки АСУД какими-либо действиями). Эффективность измеряется каждый раз при выполнении задач по определению временной эффективности, затем выводится среднее значение (сумма всех измерений делится на их количество).

Для приведения оценки эффективности использования ресурсов к используемой шкале от 1 до 10 используется формула (10).

$I_{42}=1-G$, где G - 0,1 на каждый процент превышения установленной границы по эффективности. (10)

При этом, $I_{42} \geq 0$.

Итого, оценка эффективности для каждого действия измеряется по формуле (11). Оценка эффективности требует умножения суммы полученных значений для каждого действия на множитель 2, т.к. в данной модели используется 5 базовых действий для оценки эффективности.

$I_4 = I_{41} \cdot I_{42} \cdot 2$, где I_{41} – оценка временной эффективности, I_{42} – оценка эффективности использования ресурсов. (11)

Затем необходимо суммировать полученные значения эффективности для каждого из действий. Полученное значение и есть оценка комплексная оценка эффективности АСУД.

Переносимость I_5 это комплексная характеристика, включающая как качественные, так и количественные показатели.

Предлагается следующая модель для оценки переносимости:

Для удобства установки I_{51} необходимо учитывать длительность I_{511} установки АСУД. Длительность измеряется в часах. Для оценки данного показателя необходимо измерить показатель в рамках установки в тестовой среде у пользователей, у которых в наличии имеется инструкция по установке системы. Безусловно, длительность установки АСУД зависит от степени полноты установки компонентов АСУД, поэтому в данном случае необходимо измерять только установку базовых компонентов системы. В данном случае необходимо применение интервальной шкалы. Интервалы: 60 минут и менее, 60-90 минут, 90 минут и более. Баллы для интервалов – 1, 0,7 и 0,4 соответственно.

В рамках оценки длительности подсчитывается также количество неудачно завершенных установок ко всем установкам АСУД I_{512} . Здесь также можно использовать интервальную шкалу, если $0 \leq I_{512} \leq 0,1$, то 1 балл, если $0,1 < I_{512} \leq 0,2$, то 0,7 баллов, если $0,2 < I_{512} \leq 0,3$ – то 0,4 балла, если $I_{512} > 0,3$ – 0 баллов.

Кроме того, учитывается наличие инструкций по установке АСУД I_{513} (оценивается по наличию – да/нет, да – 1 балл, нет – 0 баллов).

Итого, удобство установки измеряется по формуле (12).

$I_{51} = I_{511} + I_{512} + I_{513}$, где I_{511} – интервальная оценка длительности установки АСУД, I_{512} – интервальная оценка успешности установки АСУД, I_{513} – наличие инструкций по установке АСУД. (12)

Для адаптируемости I_{52} – возможность и удобство внесения изменений в систему в результате изменения организационной структуры предприятия I_{521} (оценивается пользователями по десятибалльной шкале, затем умножается на 0,1). Вопрос пользователям может звучать следующим образом:

Как вы оцениваете удобство внесения изменений в организационной структуре организации в АСУД?

Для дополнительной оценки адаптируемости необходимо обозначить возможность работы в разных средах I_{522} (наличие каждого из указанных свойств – 1 балл, затем сумма умножается на 0,1) – ОС Windows, Linux, СУБД – MS SQL, Oracle, PostgreSQL, наличие web-клиента.

Итого, адаптируемость измеряется по формуле (13).

$I_{52} = I_{521} + I_{522}$, где I_{521} – оценка удобства внесения изменений в организационную структуру в АСУД, I_{522} – наличие возможности работы АСУД в разных средах. (13)

Таким образом, комплексная оценка переносимости рассчитывается по формуле (14).

$I_5 = (I_{51} + I_{52}) * 2$, где I_{51} – оценка удобства установки АСУД, I_{52} – оценка адаптируемости АСУД. (14)

Защищенность I_6 измеряется путем оценки наличия или отсутствия в АСУД возможностей по разграничению прав доступа к объектам системы, протоколирования их работы. Необходимо помнить, что защищенность любой ИС – это набор не только технических, но и организационных мер защиты. В данной модели рассматриваются только технические моменты, не касающиеся организационных мероприятий.

При этом, важно понимать, что объекты АСУД, к которым необходимо ограничивать доступ – это не только электронные документы, РКК и журналы регистрации. АСУД имеет множество внутренних объектов, на основании которых происходит обработка информации (например, справочник работников организации, организационная структура). Файлы, с которыми работает АСУД, могут храниться как в БД, так и в связанном файловом хранилище, например, и ограничение доступа к файловому хранилищу осуществляется уже на уровне ОС.

Таким образом, защищенность оценивается по следующим показателям:

– разграничение доступа пользователей к объектам системы через АСУД I_{61} (формула (15)) (наличие I_{611} – 1 балл, качество и удобство реализации I_{612} оценивается пользователями от 1 до 10).

$I_{61} = I_{611} * I_{612} * 0,1$, где I_{611} – наличие разграничения доступа к объектам АСУД, I_{612} – экспертная оценка качества реализации возможности разграничения доступа к объектам АСУД. (15)

– протоколирование работы пользователей с документами (открытие, изменение, удаление) I_{62} . (формула (16)) (наличие I_{621} – 1 балл, качество и удобство реализации I_{622} – от 1 до 10).

$I_{62} = I_{621} * I_{622} * 0,1$, где I_{621} – наличие протоколирования работы пользователей АСУД, I_{622} – экспертная оценка качества протоколирования в АСУД (16)

– поддержка шифрования информации I_{63} (наличие – 1 балл)

– возможность подписания документа ЭЦП I_{64} (наличие – 1 балл)

– использование протокола https в web-версии I_{65} (наличие – 1 балл)

В целом, комплексная оценка защищенности оценивается по формуле (17).

$I_6 = (I_{61} + I_{62} + I_{63} + I_{64} + I_{65}) * 2$, где I_{61} – оценка возможности разграничения прав доступа в АСУД, I_{62} – оценка протоколирования работы пользователей в АСУД, I_{63} – наличие шифрования информации в АСУД, I_{64} – наличие возможности подписания документа ЭЦП, I_{65} – наличие защищенного протокола в web-версии АСУД. (17)

Таким образом, по результатам отбора метрик качества АСУД можно составить таблицу метрик качества АСУД (См. Приложение Б).

Комплексная оценка качества АСУД в нашем случае это сумма отдельных значений – формула (18).

$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6$, где I_1 – оценка функциональной полноты АСУД, I_2 – оценка надежности АСУД, I_3 – оценка практичности АСУД, I_4 – оценка эффективности АСУД, I_5 – оценка переносимости АСУД, I_6 – оценка защищенности АСУД. (18)

Таким образом, меры измерения качества АСУД могут быть количественным или качественными. Способы оценки определяются для каждой субхарактеристики. В рамках предлагаемой модели используются экспертный, социологический, измерительный, описательный методы, что позволяет максимально широко охватить существующие характеристики качества в условиях ограничения возможностей и трудоемкости измерения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время не существует универсальных моделей оценки качества АСУД, но в то же время, рынок данного ПО достаточно многообразен и существует необходимость в разработке универсальной модели качества для данного вида ПО. Данная необходимость обусловлена возможностью АСУД обеспечить увеличение производительности работы сотрудников организации, сэкономить денежные средства путем выбора наиболее качественного и удовлетворяющего запросам пользователей продукта. Качество АСУД влияет на эффективность управления организацией, взаимодействие между организациями. Оценка качества АСУД позволит потребителям произвести обоснованный выбор системы из множества альтернативных объектов со схожим функциональным назначением.

В рамках выявления основных подходов к оценке качества ПО было установлено, что на международном уровне в виде стандартов закреплена модель оценки качества ПО SQuaRE, которая включает в себя различные стороны качества ПО и набор характеристик, которые в достаточной степени покрывают качество программ; и описывает процесс оценки качества ПО. Модель SQuaRe закреплена также в государственном стандарте Республики Беларусь [4], однако, вместе с новой серией стандартов в Беларуси продолжает действовать и старая серия стандартов, посвященных оценке качества ПО [3]. Такое промежуточное состояние, вкупе с действием межгосударственного стандарта [7], первая версия которого была принята еще в СССР, свидетельствует о медлительности при принятии современных международных стандартов и отсутствии единого подхода к оценке качества ПО на государственном уровне.

Теоретическую базу по вопросу оценки качества ПО можно разделить на следующие группы: работы по качеству ПС в целом; работы по качеству отдельных видов АСУ; по качеству АСУД; по методикам и моделям качества ПО. Работы по оценке качества ПО в целом посвящены универсальным характеристикам, субхарактеристикам качества, методам оценки и интерпретации результатов. В работах по оценке качества отдельных видов АСУ (например, банковских ИС, АСУ предприятием, интеллектуальных ИС) можно выделить следующие общие черты: незавершенность (отсутствие полноценных моделей оценки качества, которые можно применять на практике), использование модели SQuaRE как основы для построения моделей. Вопрос комплексной оценки качества АСУД вообще не рассмотрен на данный момент, при этом имеются работы, посвященные особенностям АСУД как ПО, отдельным характеристикам качества.

Для разработки системы оценки качества АСУД была использована модель оценки качества ПО SQuaRE. SQuaRE представляет собой детальную качественную модель, включая характеристики для внутреннего и внешнего качества программного продукта, а также качества в использовании. Кроме того, характеристики внутреннего и внешнего качества разбиваются на подхарактеристики. Набор характеристик остался в пределах модели SQuaRE, но субхарактеристики были отобраны с учетом специфики АСУД. Данная модель органично включила в себя как первые идеи по иерархии характеристик ПО так и современные подходы к управлению процессами.

Выбор показателей, по которым должна осуществляться оценка АСУД, осуществлялся с точки зрения внешних пользователей, а не разработчиков систем, т.к. для оценки качества АСУД с точки зрения разработчиков необходима оценка исходного кода программ. Но т.к. цель создания и использования АСУД – выполнение ею определенных задач, то способ (в данном случае программный код) выполнения задач в данном случае вторичен.

В ходе исследования были проанализированы и выявлены технические и логические особенности АСУД как ПО. К техническим особенностям можно отнести: открытость, модульность, высокую степень интеграции с прикладным ПО, наличие двух неразделяемых логически объектов системы – документов и их метаданных (либо объединением этих сущностей) и особенностями их хранения. К логическим особенностям относится наличие контуров работы с информацией в АСУД – тремя множествами, входящими в документооборот. Множество участников, множество действий участников и множество состояний документов влияют на технические особенности реализации АСУД.

На основе модели SQuaRE были отобраны следующие характеристики: функциональность, надежность, эффективность, практичность, переносимость, защищенность. Каждая из отобранных и используемых в дальнейшем характеристик была адаптирована для АСУД с учетом рассмотренных особенностей АСУД как ПО. В рамках модели были определены весовые коэффициенты характеристик, т.е. была определена относительная значимость каждой из характеристик. Для определения весовых коэффициентов был использован метод экспертных оценок, который широко применяется в оценке качества других ИС. Наиболее важными характеристиками для качества АСУД были признаны функциональность и надежность. В рамках анализа международных требований к СЭД – Moreq – и отобранных характеристик качества была установлена непротиворечивость и достаточность отобранных характеристик с точки зрения Moreq, что позволяет использовать их при построении модели оценки качества АСУД.

В рамках создания иерархической модели оценки качества для каждой из характеристик на основе особенностей АСУД были отобраны присущие им

субхарактеристики. Для функциональности это полнота и соответствие требованиям законодательства. Для надежности – зрелость, устойчивость к отказам и способность к восстановлению. Эффективность – комплексная характеристика, включающая в себя временную эффективность и эффективность использования ресурсов. Для практичности были отобраны такие показатели как: понятность, обучаемость, простота в использовании и привлекательность. При оценке переносимости использовались такие субхарактеристики как адаптируемость и удобство установки. Для защищенности использовалась одноименная субхарактеристика. Также каждой субхарактеристике были присвоены весовые коэффициенты, определяющие их значимость в рамках соответствующей характеристики.

Для определения мер измерения показателей качества и их соотношения были использованы принципы квалитрии (использование метрологических, экспертных, аналитических методов; иерархичность свойств – от сложных к простым; использование весовых коэффициентов для измерения отдельных свойств). При этом, меры измерения качества АСУД могут быть количественным или качественными. Способы оценки (измерения) могут отличаться для субхарактеристик в рамках одной характеристики.

В рамках предлагаемой модели используются экспертный, социологический, измерительный, описательный методы, что позволяет максимально широко охватить существующие характеристики качества в условиях ограничения возможностей и трудоемкости измерения.



Диаграмма 1 – Соотношение использованных методов измерения показателей качества (составлено автором)

При проведении измерения определенных показателей используется тестовая инфраструктура, которая должна быть единообразна при оценке

разных АСУД и соответствовать минимальным системным требованиям оцениваемых систем.

Комплексная оценка качества АСУД в предлагаемой модели это сумма отдельных оценок (формула (18)) характеристик, приведенная к единообразию оценки по шкале от 1 до 10 и к такой же шкале оценки качества АСУД с помощью экспертных весовых коэффициентов для каждой из характеристик с общей суммой коэффициентов равной единице.

Разработанная модель оценки качества АСУД позволяет комплексно подойти к процессу выбора АСУД на основе качественных и количественных показателей. С помощью данной модели также можно оценить преимущества и недостатки определенной АСУД в разрезе тех показателей, которые наиболее важны для каждой конкретной организации. Кроме того, данная модель может быть использована для сертификации АСУД в рамках независимой оценки качества ПО и предоставления полученных результатов для широкой общественности.

В целом, в рамках работы были решены все поставленные задачи и достигнута цель исследования – разработана методика оценки качества АСУД.

Поле для дальнейших исследований достаточно широко – это и расширение перечня метрик качества, и приведение некоторых характеристик ПО в соответствие с требованиями спецификации Moreq (прежде всего по части функциональной полноты АСУД), и доработка математического аппарата, используемого в модели. Кроме того, перспективным представляется оценка качества АСУД, размещенных в облачной инфраструктуре.

СПИСОК ИСОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

Источники

1. Программная инженерия – Качество продукта – Часть 2: Внешние метрики: ISO/IEC TR 9126-2:2003 – 2003.
2. Разработка программного обеспечения и проектирование систем. Требования к качеству и оценка систем и программного обеспечения (SQuaRE). Элементы показателей качества: ISO/IEC 25021:2012 – 2012.
3. Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению: СТБ ИСО МЭК 9126-2003 – 2003. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2003. – 52 с.
4. Разработка программного обеспечения: Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE): Руководство по SQuaRE: СТБ ИСО/IEC 25000-2009 – 2009. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2009. – 65 с.
5. Разработка программного обеспечения: Требования к качеству и оценка программного продукта (SQuaRE): Планирование и управление: СТБ ИСО/IEC 25001-2009 – 2009. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2009. – 20 с.
6. Качество программных средств. Термины и определения: ГОСТ 28806-90 – 2011. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2011. – 12 с.
7. Оценка качества программных средств. Общие положения: ГОСТ 28195-99. – 1999. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1999. – 52 с.
8. О внесении изменений и дополнений в некоторые указы Президента Республики Беларусь: указ президента Республики Беларусь № 157 от 4 апреля 2013 г. / Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 14.04.2015.
9. О внесении дополнений и изменений в постановление Министерства юстиции Республики Беларусь от 19 января 2009 г. № 4: Постановление Министерства юстиции Республики Беларусь № 240 от 10 декабря 2014 г./ Национальный центр правовой информации Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.pravo.by>. – Дата доступа: 25.04.2015.
10. Показатели и система оценки качества функционирования автоматизированной системы ведения Единого регистра земельных участков Республики Беларусь: утв. Приказом Государственного комитета по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь № 3 от 9

января 2001 г. / Государственный комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии Республики Беларусь. – Режим доступа: support.nca.by:8888/nka_lib.nsf/966f6206b433292cc22572f8002d9086/d30b71046294af87c225786400429e0e/\$FILE/D091D18ED0BD0BBD0B5D182D0B5D0BDD18C20E28496203-4.doc – Дата доступа: 11.03.2015.

11. Методические рекомендации по работе с электронными документами в организациях Республики Беларусь: утв. Приказом директора Департамента по архивам и делопроизводству Министерства юстиции Республики Беларусь 01.03.2010 №11 / Министерство юстиции Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.minjust.by>. – Дата доступа: 23.03.2015.

12. Moreq2010 – Modular Requirements for Records Systems / Moreq2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://moreq2010.eu/pdf/moreq2010_vol1_v1_1_en.pdf – Дата доступа: 03.03.2015

Литература

13. Антошина И.В., Домрачев В.Г., Ретинская И.В. Методика составления системы характеристик качества для программных средств. // Качество, инновации, образование, №3, 2002. – с.57-60.

14. Антошина И.В., Домрачев В.Г., Ретинская И.В. Обзор подходов к оценке качества и выбору программных средств // Сб. Индустрия образования / ГОСНИИСИ. 2002. – вып. 6. – с. 140-149.

15. Афанасьев С.И. Оценка качества систем электронного документооборота и персонала, управляющего документацией / С.И.Афанасьев // Финансовая газета №4, 2010.

16. Бахтизин В.В., Неборский С.Н. Оценка качества интеллектуальных информационных систем / В. В. Бахтизин, С. Н. Неборский // Материалы международной научно-технической конференции OSTIS-2012. – С. 453-456

17. Бахтизин В.В. Эффективность программных средств и ее оценка // Доклады БГУИР. 2007. №2(18). – с. 128 – 133.

18. Богданов М. Показатели производительности Directum / М.Богданов // DirectumClub [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://club.directum.ru/post/Pokazатели-proizvoditelnosti-DIRECTUM.aspx> - Дата доступа: 23.01.2015.

19. Боэм Б. Характеристики качества программного обеспечения // Боэм Б., Браун Дж., Каспар Х. и др. - Мир, М.:1981 – 206 с.

20. Бураков В.В. Управление качеством программных средств. // В.В.Бураков. – Спб.: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2009. – 287 с.

21. Варфоломеев А.Л. Методика нагрузочного тестирования DocsVision 5 / А.Л. Варфоломеев // DocsVision [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.docsvision.com/testirovanie-sed-docsvision-5/?sid=52nopbu9bqq4jjertcf6m7usc1> – Дата доступа: 11.12.2014.
22. Володько, Л.П. Количественные оценки качества банковского программного обеспечения / Л.П. Володько // Управление в социальных и экономических системах : м-лы XVII Международной научно-практической конференции / Минский ин-т управления; редкол.: Н.В. Суша [и др.]. – Минск, 2008. – Минск : Изд-во МИУ, 2008. – с. 251-253.
23. Володько Л.П. Методика экспертной оценки качества банковского программного обеспечения // Вестник БГЭУ, 2005. № 6. – с. 34 – 41.
24. Ворончихин А.А. Нагрузочное тестирование системы Directum на 5000 одновременно работающих пользователей. Часть 3. Методика тестирования / А.А.Ворончихин // DirectumClub [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://club.directum.ru/post/Nagruzochnoe-testirovanie-sistemy-DIRECTUM-na-5000-odnovremenno-rabotajushhikh-polzovateljakh-Chast-3-Metodika-testirovaniya.aspx> - Дата доступа: 12.01.2015.
25. Глинских А.А. Мировой рынок систем электронного документооборота // CITForum [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citforum.ru/consulting/docflow/market/article1.8.200222.html#AEN33> – Дата доступа: 15.02.2015.
26. Жарко Е.Ф. Оценка качества программного обеспечения АСУ ТП АЭС: теоретические основы, основные тенденции и проблемы / Е.Ф.Жарко // Труды X Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO15. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2015. – 15 с.
27. Жарко Е.Ф. Сравнение моделей качества программного обеспечения: аналитический подход / Е.Ф.Жарко // XII Всероссийское совещание по проблемам управления. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. –с. 4585-4594.
28. Ипатов В.П., Панов В.И. Федеративная архитектура СЭД. В чем преимущество? / CNews. Аналитика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cnews.ru/reviews/index.shtml?2012/01/27/474880_2 – Дата доступа: 07.03.2015.
29. Кисель Е.И., Минеев Р.А., Пикус Д.М. Анализ автоматизированных систем управления в строительстве // Вестник Брестского государственного технического университета, 2013 №1. – с. 109-111.
30. Круковский, М.Ю. Критерии эффективности систем электронного документооборота / М.Ю. Круковский // Виадук-Телеком [Электронный

ресурс]. – Режим доступа : <http://www.viaduk.net/viaduk/web5.nsf/0/> – Дата доступа : 11.12.2014.

31. Кулямин В.В. Методы верификации программного обеспечения / В.В. Кулямин. – М.: Институт системного программирования РАН, 2007. – 117 с.

32. Липаев В.В. Выбор и оценивание характеристик качества программных средств. Методы и стандарты. / В.В.Липаев. – М.: Синтег, 2001 – 257 с.

33. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. – М.: Синтег, 2003 – 520 с.

34. Липаев В.В. Стандартизация характеристик и оценивания качества программных средств / В.В.Липаев // Сборник трудов Всероссийской практической конференции "Стандарты в проектах современных информационных систем". - М.:Фостас, 2001.

35. Лисицин Г.Ф. Основы квалиметрии. – М.:МИРЭА, 2007 – 164 с.

36. Лозинин А.И., Шубинский И.Б. Характеристики качества программного обеспечения и методы их оценки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibtrans.ru/Estimating%20methods.pdf> – Дата доступа: 12.01.2015.

37. Мышенков К.С., Гетьман В.В., Карпов В.И. Методика оценки качества автоматизированных систем управления предприятиями // Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации: Сб. докл. II Всеросс. науч.-техн. конф.-выст. / МГУПП: В 2 ч. – М.: Изд. комплекс МГУПП, 2004. – Ч. 1. – с. 317-322.

38. Нурбаева С.А. Критерии эффективности документооборота как бизнес-процесса / С.А.Нурбаева // Publishing house Education and Science s.r.o. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rusnauka.com/31_PRNT_2008/Matemathics/36517.doc.htm - Дата доступа: 30.01.2015.

39. Острейковский В.А. Теория надежности. / В.А. Острейковский. – М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.

40. Черников Б.В. Управление качеством программного обеспечения / Б.В.Черников. – М.: Инфра-М, 2012. – 240 с.

41. Alain Abran, Rafa Al Qutaish An Information Model for Software Quality Measurement with ISO // Proceedings of the International Conference on Software Development (SWDC'05) – p.104-116.

Весовые коэффициенты характеристик качества АСУД

Характеристики качества АСУД	Весовые коэффициенты по уровням декомпозиции		
	1	2	итоговый
1. Функциональные возможности	0,3		0,3
1.1. Полнота		0,7	
1.2. Соответствие		0,3	
2. Надежность	0,25		0,25
2.1. Зрелость		0,380	
2.2. Устойчивость к отказам		0,310	
2.3. Способность к восстановлению		0,310	
3. Практичность	0,2		0,2
3.1. Понятность		0,25	
3.2. Удобство работы		0,25	
3.3. Удобство обучения		0,25	
3.4. Привлекательность		0,25	
4. Переносимость	0,05		0,05
4.1. Удобство установки		0,50	
4.2. Адаптируемость		0,50	
5. Эффективность	0,15		0,15
5.1. Комплексная		1	
6. Защищенность	0,05		0,05

Показатели для оценки качества АСУД

Характеристика	Субхарактеристика	Метрика	Способ оценивания	Единица измерения	Коэффициенты	
Функциональные возможности	Полнота	Обеспечение документирования	Экспертная оценка	Да/Нет для количественной оценки; Баллы от 1 до 10 – для качественной	0,7	0,3
		Обеспечение документооборота				
		Обеспечение архивной обработки				
	Соответствие	Соответствие Инструкции по делопроизводству		Баллы от 1 до 10	0,3	
Надежность	Зрелость	Частота отказов АСУД за время тестового периода работы	Расчетный способ	Единица отказов на время работы	0,38	0,25
	Устойчивость к отказам	Способность АСУД продолжать работу после возникновения ошибок в программе		Отношение критических ошибок ко всем ошибкам	0,31	
		Способность к восстановлению		Корректность восстановления системы после сбоев или миграции	Отношение успешных восстановлений к общему числу восстановлений	
Практичность	Понятность	Понятность терминологии АСУД пользователям	Социологический опрос	Да/Нет	0,25	0,2
		Частота обращения к справочной документации	Расчетный способ	Количество обращений		
	Удобство обучения	Наличие доступной справочной документации	Описание	Да/Нет	0,25	
		Наличие обучающих видеороликов в АСУД		Да/Нет		
		Наличие элементов геймификации обучения в АСУД		Да/Нет		
		Удобство справочной документации	Социологический опрос	Баллы от 1 до 10		
		Достаточность справочной документации		Да/Нет		
		Полезность обучающих видеороликов в АСУД		Да/Нет		
		Полезность элементов геймификации в АСУД		Да/Нет		
	Удобство работы	Набор критериев, обеспечивающих простоты работы в АСУД	Описание, социологический опрос	Да/нет, баллы от 1 до 10	0,25	
	Привлекательность	Оценка интерфейса АСУД	Социологический опрос	Баллы от 1 до 10	0,25	
Эффективность	Временная эффективность Эффективность использования ресурсов	Запуск проводника системы	Измерение	С, Мб	1	0,15
		Создание документа		С, Мб		
		Открытие карточки документа		С, Мб		
		Сохранение карточки документа (регистрация документа)		С, Мб		
		Атрибутивный поиск		С, Мб		
Переносимость	Адаптируемость	Работа АСУД в ОС Windows, Linux, Mac OS	Описание	Да/Нет	0,5	0,05
		Работа АСУД с СУБД реляционными и не реляционными		Да/Нет		
		Корректность работы АСУД после внесения изменений в организационную структуру организации	Социологический опрос	Баллы от 1 до 10		
	Удобство установки	Наличие инструкций по установке АСУД	Описание	Да/Нет	0,5	
		Отношение количества неудачно завершенных установок ко всем установкам АСУД		Измерение		
Защищенность	Защищенность	Протоколирование работы пользователей	Описание, социологический опрос	Да/Нет	1	0,05
		Наличие разграничения доступа пользователей к объектам АСУД		Да/Нет		
		Поддержка шифрования информации	Описание	Да/Нет		
		Возможность подписания документа ЭЦП		Да/Нет		
		Использование протокола https в web-доступе		Да/Нет		

